Buku Teks
Bahan Ajar Siswa

Paket Keahlian: Kimia Industri

Proses Industri Kimia

Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan
Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan
Republik Indonesia

KATA PENGANTAR

Prinsip pembelajaran kontekstual (*contextual learning*) yang diharapkan mampu mengubah gaya belajar siswa dalam memahami setiap ilmu dan materi yang dipelajari di sekolah menjadi salah satu komponen dasar penyusunan bahan ajar bagi guru dan siswa. Disisi lain pembelajaran akselerasi (*accelerated learning*) berkontribusi dalam menciptakan nuansa dan iklim kegiatan belajar yang kreatif, dinamis serta tak terbatas oleh sekat ruang kelas (*learning with no boundaries*). Proses pembelajaran tersebut mampu memberi spektrum warna bagi kanvas ilmu pengetahuan yang sejatinya harus menjadi bagian dari proses pengalaman belajar (*experiential learning*) ilmiah, kritis dan dapat diterapkan (*applicable*).

Buku teks siswa SMK tahun 2013 dirancang untuk dipergunakan siswa sebagai literatur akademis dan pegangan resmi para siswa dalam menempuh setiap mata pelajaran. Hal ini tentu saja telah diselaraskan dengan dinamika Kurikulum Pendidikan Nasional yang telah menjadikan Kurikulum 2013 sebagai sumber acuan resmi terbaru yang diimplementasikan di seluruh sekolah di wilayah Republik Indonesia secara berjenjang dari mulai pendidikan dasar hingga pendidikan menengah.

Buku ini disusun agar menghadirkan aspek kontekstual bagi siswa dengan mengutamakan pemecahan masalah sebagai bagian dari pembelajaran dalam rangka memberikan kesempatan kepada siswa agar mampu mengkonstruksi ilmu pengetahuan dan mengembangkan potensi yang dimiliki oleh setiap individu mereka sendiri. Secara bahasa, buku ini menggunakan bahasa yang komunikatif, lugas dan mudah dimengerti. Sehingga, siswa dijamin tidak akan mengalami kesulitan dalam memahami isi buku yang disajikan.

Kami menyadari bahwa penyusunan dan penerbitan buku ini tidak akan dapat terlaksana dengan baik tanpa dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Kami ucapkan terima kasih atas dukungan dan bantuan yang diberikan. Semoga buku ini dapat memberi kontribusi positif bagi perkembangan dan kemajuan pendidikan di Indonesia.

Jakarta, Desember 2013

Penyusun

DAFTAR ISI

DAFTAR GAMBAR

PETA KEDUDUKAN BAHAN AJAR

Mata Pelajaran Dasar Program Keahlian

- Teknik Dasar Pekerjaan Laboratorium Kimia
- Analisis Kimia Dasar
- Kimia Organik
- Mikrobiologi
- simulasi Digital

Mata Pelajaran Paket Keahlian Semester III

- **PROSES INDUSTRI KIMIA**
- Operasi Teknik Kimia
- Azas Teknik Kimia
- Dasar Komputasi Proses dan Instrumen Kontrol
- Alat Mesin Industri Kimia
- Pengelolaan Industri Kimia Skala Kecil

Mata Pelajaran Paket Keahlian Semster IV

- Operasi Teknik Kimia
- Azas Teknik Kimia
- Proses Industri Kimia
- Dasar Komputasi Proses dan Instrumen Kontrol
- Alat Mesin Industri Kimia
- Pengelolaan Industri Kimia Skala Kecil

GLOSARIUM

Aliran fluida	:	Aliran volumetrik atua aliran massa dari suatu bahan baik berupa padat, cair dan gas yang mengalir pada suatu bejana.
Angka (bil) Reynold	:	Nilanan tak mempunyai dimensi yang menunjukkan hubungan viskositas, massa jenis, laju kecepatan zat cair, dan diameter kipas/pengaduk yang yang berkerja pada fluida tersebut. Angka reynold untuk pipa dan tangki pada kondisi turbulen berbeda.
Bentonite	:	Jenis tanah dengan spesifikasi tertentu mampu menyerap kotoran (adsorpsi), berbebentuk seperti lempung.
Bingham plastk	:	Suatu fluida yang mempunyai kharakteristik bila dikenai tekanan pada fluida tersebut ketika mencapai besaran tertentu baru megalami pergeseran. Fluida bingham plastik ada yang bersifat berubah karena suhu.
Burner	:	Kompor pengobor, bergantung dari spesifikasi burner apakah dengan bahan bakar minyak bumi, gas, batubara dan lainnya.
Boiler	:	Alat pembangkit uap dengan tujuan tertentu, untuk proses distilasi, ekstraksi, evaporasi.
Clay	:	Jenis tanah yang mempunyai spesfikasi tertentu ang merupakan bahan mentah pada industry keramik dan lainnya.
Cooling Tower	:	Menara Pendingin.
Condenser	:	Pendingin, suatu sistem mesin yang berguna untuk mendinginkan fluida yang sedang berproses. Kondenser untuk alat distilasi, kondemser untuk alat pendingin freon.
Efsiensi pompa	:	Daya real yang dikeluarkan oleh pompa, didapat dari kebutuhan teoritis dari hitungan matematis dibagi dengan efsiensi pompa sesungguhnya. Angka pompa real ini jauh lebi tinggi dibandingkan dengan hitungan teoritis.

Evaporator	:	Bagian dari alat pada mesin pendingin/pembeku berfungsi untuk melakukan proses pendinginan ke sistem kerja, fluida yang berkerja mengalami penguapan karena mengambil panas dari sekelilingnya.
Fraksi Mol	:	rasio atau perbandingan jumlah mol zat terlarut dan pelarut dalam sebuah larutan
Hukum Dalton	:	Hubungan Unsur Unsur Yang Membentuk Suatu Senyawa Mempunyai Perbandingan Massa Yang Merupakan Bilangan Yang Mudah Dan Bulat
Hukum Boyle – Gay Lussac	:	Hubungan antara tekanan dan volume antara gas pada kondisi yang berbeda beda.
Koefisien disosiasi	:	Peruraian suatu zat yang mengalami ionisasi dibandingkan denan mo zat mula mula.
Khlor – alkali	:	Prosess pengolahan air laut untuk mendapatkan unsur alkali dan khlor.
Larutan Elektrolit	:	Larutan yang dapa menghantarkan listrik.
Molalitas	:	satuan konsentrasi yang menyatakan jumlah mol zat yang terdapat didalam 1000 gram pelarut.
Molaritas		sebagai banyak mol zat terlarut dalam 1 liter (1000 mL) larutan
Normalitas		banyaknya zat dalam gram ekivalen dalam satu liter larutan. Secara sederhana gram ekivalen adalah jumlah gram zat untuk mendapat satu muatan.
Neraca energi	:	Hukum kekekalan energi (energi yang masuk = energi yang kelaur), dalam proses perpindahannya dimungkinkan adanya akumulasi dari energi yang bereaksi.
Sulfonasi	:	Proses pemasukkan gugus SO3 kedalam suatu bahan. Proses ini merupakan reaksi eksotermis.
Symbol Peralatan	:	Lambang dari peralatan yang bekerja berdasarkan system kerjanya.
Sistem tertutup	:	Sisten tidak mengalami pengaruh atau terlewati aliran massa dari sekelilingnya. Bisa terjadi pertukaran panas.

Sistem terbuka : Sistem yang mengalmi pengaruh atau terlewati aliran massa dan energi dari dan ke sekelilingnya.

Sistem terisolasi : Sistem tidal mengalami perubahan massa dan energi dari dan ke sekelilingnya.

Vorteks : Aliran fluida hasil dari proses pengadukan merupakan resultan antara gaya tangensial dan gaya radial.

Volute casing : Pada pompa centrifugal, merupaka jarak atau rentang antara impeller pompa dengan rumah kasingnya.

Vertisol : Jenis tanah dengan kadungan tertentu, mampu menahan air (kedap air) , salah satu tanah yang kedap air.

Water Treatment : Pengolahan air untuk mendapatkan spesifikasi air yang diharapkan. Pengolahan air terdiri dari tahapan tahapan sebagai berikut :

1. Pengolahan pertama.
2. Pengolahan kedua.
3. Pengolahan ketiga.
4. Pengolahan dengan tujuan tertentu.

Zeolite : Bahan pemberih air dengan proses penukar ion.

I. PENDAHULUAN

A. DESKRIPSI

1. Pengertian.

Mata pelajaran proses industri kimia merupakan kumpulan bahan kajian dan pembelajaran yang meliputi menerapkan berbagai macam konversi dan kestimbangan kimia dalam proses idustri kimia sederhana, menerapkan prinsip dan prosedure pembacaan dan pembuatan diagram alir dalam proses industri kimia, mengklasifikasi proses pengolahan air untuk keperluan proses dalam industri kimia, dan rumah tangga. Menerapkan Proses fisika dan kimia pada industri klor alkali, potasium dan sabun, menerapkan proses kimia dan fisika dalam industri karbon dan keramik, dan menerapkan proses fisika dan kimia dalam industri makanan, lemak nabati dan farmasi.

Pendekatan yang digunakan dalam pembelajaran ini adalah *learning by expericence* yang dipadukan dengan contextual.

2. Rasional

Tuhan telah menciptakan alam semesta ini dengan segala keteraturannya dan kelengkapannya. Sumber daya alam yang melimpah di bumi Indonesia merupakan anugrah Tuhan Yang Maha Esa digunakan untuk kemakmuran Bangsa Indonesia. Salah satu aktivitas kegiatan pemanfaatan sumber daya alam melalui pengelolaan industri kimia dengan menerapkan prinsip, konsep dan prosedur operasi teknik kimia. Oleh karena itu, segala sesuatu yang dipelajari dalam operasi teknik kimia membuktikan adanya kebesaran Tuhan dan dalam rangka mensyukuri anugrah Tuhan tersebut.

3. **Ruang Lingkup Materi.**

   Materi yang akan dibahas dalam buku teks ini antara lain :

   a. Mengoperasikan berbagai macam konversi dan kestimbangan kimia pada proses industri kimia sederhana
   b. Menerapkan prnsip dan prosedure pembacaan dan pembuaatan diagram alir dalam proses industri kimia.
   c. Memproduksi proses pengolahan air untuk keperluan proses dalam industry kimia.
   d. Mengoperasikan proses fisika dan proses kimia pada industri klor alkali, potasium, sabun dan ditergen.
   e. Mengoperasikan proses fisika dan proses kimia pada industry karbon dan keramik.
   f. Mengoperasikan proses fisika dan proses kimia pada industri makanan, minyak, lemak dan farmasi.

B. Prasyarat.

Sebelum mempelajari buku teks ini siswa diharapkan telah menyelesaikan mata pelajaran dasar program keahlian antara lain :

1. Teknik Dasar Pekerjaan Laboratorium Kimia
2. Analisis Kimia Dasar
3. Kimia Organik
4. Mikrobiologi
5. Simulasi Digital

C. Petunjuk Penggunaan.

1. Prinsip-prinsip Belajar

a. Berfokus pada siswa (*student center learning*),

b. Peningkatan kompetensi seimbang antara pengetahuan, ketrampilan dan sikap

c. Kompetensi didukung empat pilar yaitu : inovatif, kreatif, afektif dan produktif

2. Pembelajaran

a. Mengamati (melihat, mengamati, membaca, mendengar, menyimak)

b. Menanya (mengajukan pertanyaan dari yang factual sampai ke yang bersifat hipotesis

c. Pengumpulan data (menentukan data yang diperlukan, menentukan sumber data, mengumpulkan data

d. Mengasosiasi (menganalisis data, menyimpulkan dari hasil analisis data)

e. Mengkomunikasikan (menyampaikan hasil konseptualisasi dalam bentuk lisan, tulisan diagram, bagan, gambar atau media)

3. Penilaian/asesmen

a. Penilaian dilakukan berbasis kompetensi,

b. Peniaian tidak hanya mengukur kompetensi dasar tetapi juga kompetensi inti dan standar kompetensi lulusan.

c. Mendorong pemanfaatan portofolio yang dibuat siswa sebagai instrument utama penilaian kinerja siswa pada pembelajaran di sekolah dan industry.

d. Penilaian dalam pembelajaran Proses Industri Kimia dapat dilakukan secara terpadu dengan proses pembelajaran.

e. Aspek penilaian pembelajaan Proses Industri Kimia meliputi hasil belajar dan proses belajar siswa.

f. Penilaian dapat dilakukan dengan menggunakan tes tertulis, observasi, tes praktik, penugasan, tes lisan, portofolio, jurnal, inventori, penilaian diri, dan penilaian antarteman.
g. Pengumpulan data penilaian selama proses pembelajaran melalui observasi juga penting untuk dilakukan.
h. Data aspek afektif seperti sikap ilmiah, minat, dan motivasi belajar dapat diperoleh dengan observasi, penilaian diri, dan penilaian antar teman.

D. Tujuan akhir.

Pada akhir pembelajaran diharapkan siswa dapat menguasai dan kompeten untuk melakukan teknik penanaman rumput laut dengan dengan menggunakan pendekatan *scientific learning* untuk memenuhi kompetensi inti dan kompetensi dasar dengan keseimbangan sikap, pengetahuan dan keterampilan.

E. Kompetensi Inti Dan Kompetensi Dasar.

KOMPETENSI INTI	KOMPETENSI DASAR
1. Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya	1.1 Meyakini anugerah Tuhan pada pembelajaran proses industri kimia sebagai amanat untuk kemaslahatan umat manusia.
2. Menghayati dan mengamalkan perilaku jujur, disiplin, tanggungjawab, peduli (gotong royong, kerjasama, toleran, damai), santun, responsif dan pro-aktif dan menunjukan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.	2.1 Menghayati sikap cermat,teliti dan tanggungjawab sebagai hasil dari pembelajaran proses industri kimia 2.2 Menghayati pentingnya kerjasama sebagai hasil pembelajaran proses industri kimia. 2.3 Menghayati pentingnya kepedulian terhadap kebersihan lingkungan workshop/bengkel praktek industri sebagai hasil dari

KOMPETENSI INTI	KOMPETENSI DASAR
	pembelajaran menerapkan berbagai macam konversi dan kestimbangan kimia pada proses industri kimia sederhana, mengklasifikasi proses pengolahan air untuk keperluan proses dalam industri kimia, menerapkan proses fisika dan proses kimia pada industri klor alkali, potasium, sabun dan ditergen, menerapkan proses fisika dan proses kimia pada industri karbon dan keramik, menerapkan proses fisika dan proses kimia pada industri makanan, lemak, minyak dan farmasi, menerapkan proses fisika dan proses kimia pada industri kaca dan semen, menerapkan pelaksanaan proses elektrokimia, menerapkan proses fisika dan proses kimia pada industri asam khlorida dan bahan kimia an organik, menerapkan proses kimia dengan reaksi netralisasi, menerapkan pelaksanaan proses kimia dengan reaksi katalitik pada industri kecil-menengah, menerapkan identifikasi, dan prosedur pelaksanaan pengolahan limbah cair, menganalisis dan menilai pengendalian limbah cair dalam pengujian limbah *influent* dan *effluent*. 2.4 Menghayati pentingnya bersikap jujur, disiplin serta bertanggung jawab sebagai hasil dari pembelajaran proses industri kimia.

KOMPETENSI INTI	KOMPETENSI DASAR
3. Memahami, menerapkan, dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dalam wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian dalam bidang kerja yang spesifik untuk memecahkan masalah.	3.1 Menerapkan berbagai macam konversi dan kestimbangan kimia dalam proses industri kimia sederhana. 3.2 Menerapkan prinsip dan prosedur pembacaan dan pembuatan diagram alir dalam proses industri kimia 3.3 Mengklasifikasi proses pengolahan air untuk keperluan proses dalam industri kimia. 3.4 Menerapkan proses fisika dan proses kimia dalam industri klor alkali, potasium, sabun dan ditergen. 3.5 Menerapkan proses fisika dan proses kimia dalam industri karbon dan keramik. 3.6 Menerapkan proses fisika dan proses kimia dalam industri makanan, minyak lemak, dan farmasi.
4. Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, bertindak secara efektif dan kreatif, dan mampu melaksanakan tugas spesifik di bawah pengawasan langsung.	4.1 Mengoperasikan berbagai macam konversi dan kestimbangan kimia pada proses industri kimia sederhana 4.2 Membaca dan membuat diagram alir proses industri kimia 4.3 Melaksanakan proses pengolahan air untuk keperluan proses dalam industri kimia. 4.4 Melaksanakan proses fisika dan proses kimia pada industri klor alkali, potasium sabun dan ditergen. 4.5 Melaksanakan proses fisika dan proses kimia pada industri karbon dan keramik. 4.6 Melaksanakan proses fisika dan proses kimia pada industri makanan, lemak, minyak dan farmasi.

F. Cek kemampuan awal.

Jawablah pertanyaan-pertanyaan dibawah ini sesuai dengan kemampuan yang dimiliki dengan sejujurnya, dengan cara memberikan tanda pada kolam Ya atau Tidak

No	Pertanyaan	Ya	Tidak
1.	Apakah anda ketahui tentang konversi bahan dalam suatu reaksi kimia dengan hitungan stokhiomteri ?		
2.	Apakah yang anda ketahui pada pronsip kestimbangan pada industri kimia		
3.	Apakah yang anda ketahui tentang pembacaan diagram dan simbul dalam industri kimia ?		
4.	Apakah anda dapat mengidentifikasi peralatan proses dalam pengolahan air untuk keperluan dalam industri kimia ?		
5.	Apakah anda mengidentifikasi prinsip prinsip proses dalam industri khlor alkali, sabun dan detergen ?		
6.	Apakah yang anda mengidentifikasi prinsip prinsip proses pada industri karbon dan keramik?		
7.	Apakah yang anda mengidentifikasi prinsip prinsip proses pada indsutri makanan, minyak, lemak dan farmasi ?		

II. PEMBELAJARAN

KEGIATAN PEMBELAJARAN 1. KESTIMBANGAN REAKSI DAN KONVERSI PADA PROSES INDUSTRI KIMIA.

A. Deskripsi.

Mengoperasikan berbagai macam konversi dan kestimbangan kimia pada proses industri kimia sederhana .

B. Kegiatan Belajar.

1. Tujuan Pembelajaran.

Siswa yang mempelajari topik ini diharapkan mampu:

a. Prinsip Kestimbangan Reaksi Dan Stokiomtri
b. Penambahan Katalis Dan Pengendalian Reaksi.
c. Reaksi Bergeser Kekiri Dan Kekanan.
d. Order Reaksi.
e. Reaksi Eksotermis Dan Reaksi Endothermis

2. Uraian Materi.

a. Prinsip Kestimbangan Reaksi Dan Konversi Pada Proses Industri Kimia.

Hukum kekekalan massa dinyatakan oleh Lomonosov Lavoiseier (1743 – 17940 yang menyatakan bahwa :

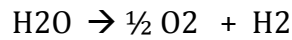
Massa dalam sistem tertutup akan kosntan sebelum dan sesudah reaksi walaupun terjadi berbagai macam reaksi dalam sistem tersebut atau lebih dikenal sebagai massa tidak dapat diciptakan atau dimusnahkan.

Hukum ini yang melandasi semua bidang bidang seperti kimia, teknik kimiam mekanika dan lainnya.

Dari hukum kekekalan massa ni didalam bidang kimia industri dikenal sebagai *Material Balace* atau Necara Massa :

$$Massa_{in} = Massa_{Out} + acc$$

Contoh untuk hukum kekekalan massa :

H2O → ½ O2 + H2

Bila dalam 18 gram (1 mol) H_20 dilektrolisa menjadi gas O_2 dan gas H_2 maka hasil dari elektrolisa tersebut adalah 18 gram yang terdiri dari gas O_2 dan gas H_2.

Terikut dalam neraca massa ini beberapa hukum dibahas berikut ini :

1) Hukum Hukum Dasar Kimia .

a) Hukum Proust.

Hukum proust menyatakan perbandingan massa unsur unsur dalam suatu senyawa selalau tetap. Hukum ini dipakai dalam perhitungan perhitungan kimia selanjutnya.

Contoh dalam penggunaan Hukum Proust :

berapakah kadar Fe dalam 50 gram **$Fe_2(SO_4)_3$,** untuk menghitung

kadar Fe = $\frac{\textbf{2BA Fe}}{\textbf{BM Fe (SO4)3}}$ **x berat $Fe_2(SO_4)_3$**

kadar Fe = $\frac{\textbf{2 X 56}}{\textbf{400}}$ **X 50 gr = 14 gr**

jadi kadar Fe (%) = $\frac{112}{400} x\ 100\% = 28\ \%$

b) Hukum Dalton.

Hukum Dalton membahas Hubungan Unsur Unsur Yang Membentuk Suatu Senyawa Mempunyai Perbandingan Massa Yang Merupakan Bilangan Yang Mudah Dan Bulat.

Contoh dalam penerapan Hukum Dalton

Dalam senyawa berikut ini : N_2O; NO; N_20_3; N_20_4. Jika berat N = 14 maka berapa berat O dalam senyawa tersebut ?

N_20 = (16/28) x 14 gr = 8 gr

NO = (16/14) x 14 gr = 16 gr

N_2O_3 = 48/28 x 14 gr = 24 gr

N_20_4 = (64/28) x 14 gr = 32 gr

Dari nilai perbandingan tersebut didapat Berat O(oksigen) dalam senyawa N_2O; NO; N_2O_3: N_2O_4 = 1:2:3:4

c) Hukum Gas idel:

Dala suatu proses reaksi yang menempati ruang dan waktu maka gas ideal mempunyai ketetapan sebagai berikut :

$$\mathbf{P. V = n R T}$$

Dimana :

P = Menunjukkan Tekanan (atm)

R = konstanta gas universal dinyatakan dalam : (0,82 lt atm/mol^{o}K)

V = volume (lt)

T = suhu dalam ^{o}K.

N = mol

d) Hukum Boyle Gay Lussac

Jika suatu gas dengan berat mol yang sama dan suhu yang sama (isothermis) maka berlaku ketentuan sebagai berikut :

$$\mathbf{P_1 V_1 = P_2 V_2}$$

Ketentuan gas ini berlaku mengikuti hukum boyle yaitu :

Dalam 1 mol gas CO_2 dengan volume sebesar 10 liter dengan tekanan sebesar 1,5 atm, berpakah tekanan gas dengan jumlah massa yang sama volume gas menajadi 30 liter.

Dari perhitungan didapat :

$\mathbf{P_1 V_1 = V_2}$ menjadi (1,5 10) = $\mathbf{P_2. 30}$

P_2 = (1,5 x 10)/30 = ½ atm ;

Volume gas CO_2 menjadi 10 liter maka didapat tekanan Gas didapat ½ atm.

e) **Hukum Gay – Lussac.**

Dalam suatu reaksi kimia, lingkungan reaksi dikondisikan dengan tekanan (P) dan suhu (T) yang sama, maka volume berbanding lurus dengan koefisien reaksinya, atau jumlah molnya, dan berbandingan lurus dengan bilangan bulat atau sederhana.

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{n_1}{n_2}$$

Berapakah satu lister suatu gas sebanyak sebanyak 2 gram, 10 liter gas NO pada suhu dan tekanan yang sama beratnya adalah 7,5 gr ?

BM = berat melekul; BM NO = 30

Jawab : $\frac{V_1}{V_2} = \frac{n_1}{n_2}$; $\frac{1}{10} = \frac{2/X}{7{,}5/30}$ $> \mathbf{X = 80}$

BM gas tersebut dari perhitungan menggunakan hukum Gay Lussac didapat nilai BM = 80

f) **Hukum Boyle – Gay Lussac**.

Dalam menunjukkan sifat gas sejati atau bukan gas ideal maka penggunaan hubungan antara tekanan, volume dan suhu antar kondisi yang berbeda menggunakan sifat dari gas sejati yaitu **Untuk kondisi jumlah atomnya sama (n1 = n2)**:

$$\frac{P1\ V1}{T1} = \frac{P2\ V2}{T2}$$

Sebagai contoh penggunaan hukum ini adalah :

1 mol gas N2 pada tekanan 2 atm dan volume 15 liter pada suhu 27 oC; berapakah volumenya jika tekanan dinaikan menjadi 3 atm dan suhu dalam bejana menjadi 3 oC.

P1 = 2 atm

V1 = 15 lt

T1 = (27 + 273) = 300oK

Pada kondisi yang baru terjadi perubahan tekanan 3 atm dan suhu menjadi T2 = (30 + 273)oK = 333 oK.

$$\mathbf{V2} = \frac{P1\ V1}{P2}\ \frac{T2}{T1} = \frac{2x15x\ 303}{300x\ 3} = \mathbf{10{,}1\ liter.}$$

g) Massa Atom (MA) atau Berat Melekul (BM).

Atom adalah bagian terkecil dari suatu unsur, sedangkan melekul adalah bagian terkecil dari suatu senyawa. Berat atom atau massa atom adalah perbandingan dari massa atom terhadap $\frac{1}{12}$ atom C^{12}.

h) Konsep Mol Dan Persamaan Reaksi.

Konsep mol suatu unsr menyatakan blangan atom atomnya sebesar bilangan avogadro dengan massanya = B A gram. Untuk suatu atom misalnya 1 mol Na ; jumlah atom Na sebanyak : 1 x 6,2 x 10^{23} atom.

Suatu persamaan reaksi sebagai berikut :

a A + b B → c C + d D

- a, b, c, d adalah koefisien reaksi atau perbandingan bilangan dari zat zat yang bereaksi. Bilangan bilangan dinyatakan dalam mol, atau berat zat per massa atom/berat melekul. ‘
- perbandingan mol mol zat yang bereaksi berbanding lurus dengan koefisen reaksinya.
- jika bilangan salah satu diketahui maka bilangan dari zat zat yang lain dalam persamaan tersebut dapat ditentukan.

2) **Larutan.**

Campuran adalah suatu gabungan dari zat – zat penyusun yang disatukan. Campuran dibagi menjadi 2 bagian yaitu :

- Campuran homogen sefase : Campuran yang tidak ada perbedaan fase antara zat zat yang terkandung didalamnya.
- Campuran heterogen : campuran yang ada perbedaan fase antara zat zat yang terkandung didalamnya. Contohnya adalah udara dengan partikel debu padat, air dengan partikel tanah didalamnya.\

a). Konsentrasi Larutan.

Larutan terdiri dari zat pelarut (solven) dan zat terlarut (solute), zat pelarut jumlahnya lebih banyak dari pada zat yang terlarut, sehingga dalam menyatakanya kosentrasi larutan. Sehingga untuk menyatakan, jika kita ingin mereaksikan sebuah larutan dengan menyebutkan berat zatnya dan juga adanya pertambahan berat oleh air, sehingga perlu kita menyederhanakan besaran yang memberikan pengertian tentang jumlah zat terlarut dan pelarut, besaran tersebut adalah konsentrasi.

Besaran konsentrasi banyak memiliki rujukan sesuai dengan kebutuhan dan informasi apa yang dibutuhkan oleh pengguna. Misalnya:

- Pada racun serangga, perusahaan juga menuliskan bentuk yang lain seperti, obat ini mengandung transflurin 0.25 g/L, imiprotrin 0.37 g/L dan sipermetrin 0.3 g/L.

Bentuk penulisan konsentrasi yang juga mudah kita temukan adalah dalam botol minuman, misalnya konsentrasi mengacu pada Angka Kebutuhan Kalori (AKG), sehingga dalam botol minuman tertera, dalam kemasan ini mengandung karbohidrat 6%, Natrium 8%, Kalium 3%, Magnesium 5%, Kalsium 5%, vitamin B3 50%, vitamin B6 260% dan vitamin B12 200%. Penerapan penulisan kosentrasi dibuat sesederhana mungkin dan mudah untuk dimengerti.

b). Dimensi Besaran Dalam Kimia Proses.

Difinisi persen berat adalah komposisi dalam larutan yang menyatakan berat pada satuan tertentu dimana suatu zat atau beberapa zat terkandung dalam suatu besaran larutan tertentu. Sebagai contoh perhatian hal berikut ini :

Satuan konsentrasi ini menyatakan banyaknya zat terlarut dalam 100 gram larutan. Dalam sebuah botol tertera 30% HCl (% berat) dalam air, hal ini berarti didalam botol terdapat 30 gram HCl dan 70 gram air.

Sama halnya dengan persen berat, dalam persen volume yang dinyatakan adalah jumlah volume (mL) dari zat terlarut dalam 100 mL larutan.

Dalam sebuah botol tertera 6 % Asam Cuka CH3COOH (%volume) dalam air, hal ini berarti didalam botol terdapat 6 mL CH3COOH dan 94 mL air,

Gambar 1. Kosentrasi Dalam Bentuk Persen Volume Dari Vinegar.

(1)Fraksi Mol (x)

Bilangan yang menyatakan rasio atau perbandingan jumlah mol zat terlarut dan pelarut dalam sebuah larutan. Secara umum jika terdapat larutan AB dimana A mol zat terlarut dan B mol zat pelarut, maka Fraksi Mol A (XA) .

$$X_A = \frac{\text{mol A}}{\text{mol A + mol B}}$$

Fraksi mol zat B adalah (XB)

$$X_B = \frac{\text{mol B}}{\text{mol A + mol B}}$$

Untuk jumlah kedua fraksi :

$$X_A + X_B = \frac{\text{mol A}}{\text{mol A + mol B}} + \frac{\text{mol B}}{\text{mol A + mol B}}$$

$$= \frac{\text{mol A + mol B}}{\text{mol A + mol B}}$$

$$= 1$$

Untuk lebih mudah memahami konsep fraksi mol, cermati contoh dibawah ini.

Jika sebuah larutan terdiri dari 3 mol H2SO4 dan 7 mol air, maka ada dua fraksi dalam larutan, pertama adalah fraksi H2SO4 yang besarnya :

$$X_{H_2SO4} = \frac{3}{3+7} = 0,3$$

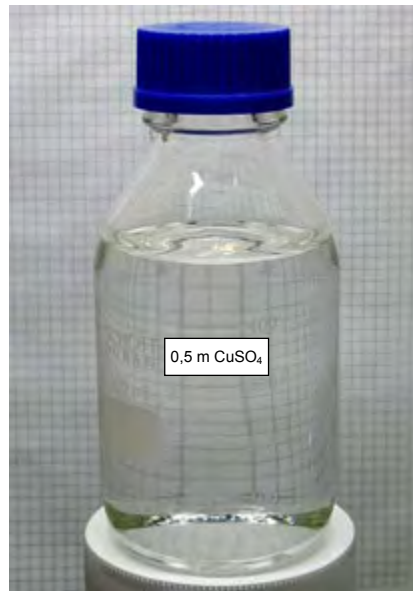
sedangkan fraksi air besarnya :

$$X_{H_2O} = \frac{7}{3+7} = 0,7$$

Jumlah kedua fraksi :

$$X_{H_2SO_4} + X_{H_2O} = 0.8 + 0.2 = 1$$

(2) Molalitas.

Merupakan satuan konsentrasi yang menyatakan jumlah mol zat yang terdapat didalam 1000 gram pelarut, Molalitas diberi lambang dengan huruf m (Gambar 6). Sebagai contoh didalam botol di laboratorium tertera label bertuliskan 0.5 m CuSO4, hal ini berarti didalam larutan terdapat 0.5 mol CuSO4 dalam 1000 gram pelarut. Penggunaan satuan konsentrasi molalitas, ketika kita mempelajari sifat-sifat zat yang ditentukan oleh jumlah partikel misalnya kenaikan titik didih atau penurunan titik beku larutan.

Gambar 2. Kosentrasi dalam bentuk molalitas (ml) dari senyawa CuSO4

(3) Molaritas

Satuan konsentrasi molaritas merupakan satuan konsentrasi yang banyak dipergunakan, dan didefinisikan sebagai banyak mol zat terlarut dalam 1 liter (1000 mL) larutan. Hampir seluruh perhitungan kimia larutan menggunakan satuan ini. Di dalam laboratorium kimia sering kita jumpai satuan molaritas misalnya larutan HNO_3 3M. Dalam botol tersebut terkandung 3 mol HNO_3 dalam 1 Liter larutan, perhatikan Gambar 3.

Gambar 3. Kosentrasi dalam bentuk molaritas

(4)Normalitas

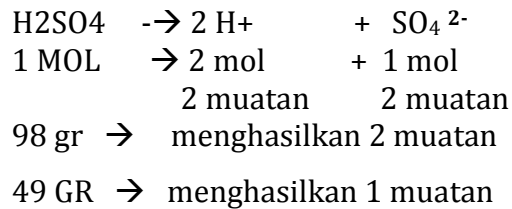
Normalitas yang bernotasi (N) merupakan satuan konsentrasi yang sudah memperhitungkan kation atau anion yang dikandung sebuah larutan. Normalitas didefinisikan banyaknya zat dalam gram ekivalen dalam satu liter larutan. Secara sederhana gram ekivalen adalah jumlah gram zat untuk mendapat satu muatan. Sebagai contoh: 1 mol H_2SO_4 dalam 1 liter larutan, H = 1, S = 32 dan O = 16, kita dapat tentukan gram ekivalennya.

Dalam hal ini kita telah mengenal konsep ionisasi.

1 mol H_2SO_4 = 98 gram. (*Ingat konsep mol*).

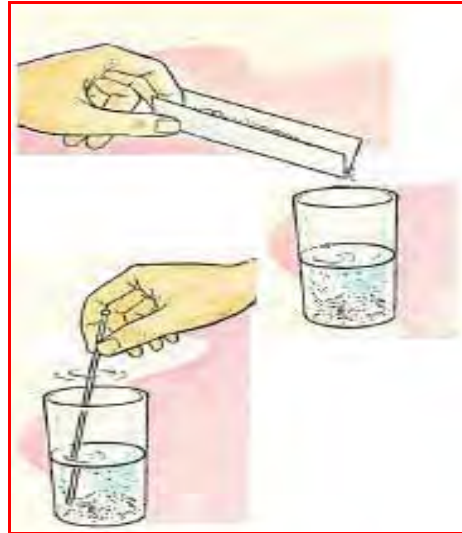
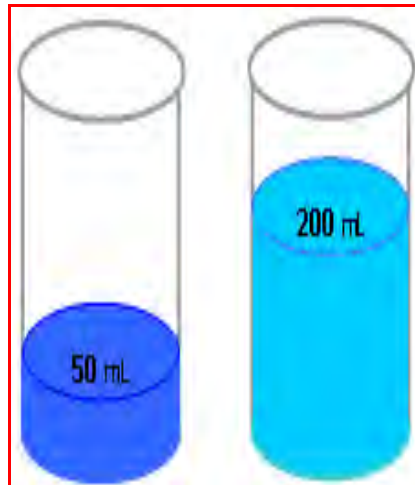
Untuk mendapatkan larutan 1 N, maka zat yang dibutuhkan hanya 49 gram H2SO4 dilarutkan kedalam 1 Liter air, karena dengan 49 gram atau 0.5 molar sudah dihasilkan satu muatan dari zat-zat yang terionisasi. Perhatikan keterangan berikut ini :

H2SO4 -→ 2 H+ + SO_4^{2-}
1 MOL → 2 mol + 1 mol
2 muatan 2 muatan
98 gr → menghasilkan 2 muatan

49 GR → menghasilkan 1 muatan

(5)Pengenceran

Dalam kehidupan sehari-hari kegiatan pengenceran selalu terjadi, misalnya ketika ibu sedang membuat minuman the hangat di dapur, apabila minuman the yang disiapkan ternyata terlampui terlalu kemanisan, maka ibu kembali menambahkan air ke dalam minuman tersebut. Demikian juga ketika kita mempersiapkan air kopi terlalu kental, kadang - kadang yang kita persiapkan terlampau kental sehingga kita akan menambahkan air ke dalamnya atau contoh yang lain, air teh yang kita persiapkan kurang manis, sehingga kita menambahkan garam ke dalamnya. Dari dua kejadian di atas dapat kita ambil kesimpulan bahwa pengenceran adalah berkurangnya rasio zat terlarut di dalam larutan akibat penambahan pelarut. Sebaliknya pemekatan adalah bertambahnya rasio konsentrasi zat terlarut di dalam larutan akibat penambahan zat terlarut.

Dalam laboratorium kimia selalu terjadi kegiatan pengenceran. Umumnya tersedia zat padat atau larutan dalam konsentrasi yang besar atau dengan tingkat kemurnian yang tinggi. Sehingga menyiapkan larutan atau mengencerkan zat menjadi kegiatan rutin. Menyiapkan larutan NaOH 1 M, dilakukan dengan menimbang kristal NaOH seberat 40 gram dilarutkan kedalam 1 Liter air. 40 gram

didapat dari Mr NaOH, dimana Na = 23, O = 16 dan H = 1, Perhatikan Gambar 9 dibawah ini :

Gambar 4. Mempersiapkan larutan 0,1 M NaOH

Gambar 5. Pengenceran Larutan CUSO4 Menjadi 0,5 M

Untuk pengenceran, misalnya 50 mL larutan CuSO4 dengan konsentrasi 2 M, diubah konsentrasinya menjadi 0.5 M. Dalam benak kita tentunya dengan mudah kita katakan tambahkan pelarutnya, namun berapa banyak yang harus ditambahkan. Perubahan konsentrasi dari 2 M menjadi 0.5 M, sama dengan pengenceran 4 kali, yang berarti volume larutan menjadi 4 kali

lebih besar dari 50 mL menjadi 200 mL (Gambar 8.8). Secara sederhana kita dapat selesaikan secara matematis seperti berikut ini :

M1 X V1 = M2 X V2

Dimana
M1 = kosentrasi mula mula
V1 = volume mula mula
M2 = kosentrasi stlh pengenceran
V2 = volume stlh pengenceran

2 X 50 = 0,5 X V2

$$V2 = \frac{2 X 50}{0,5} = 200\ ml$$

Larutan merupakan campuran homogen (serbasama) antara terrdua zat atau lebih, dimana kedua atau semua zat tersebut tidak dapat dipisahkan secara fisik.

Berdasarkan jumlah dalam larutan maka dapat dibagi menjadi dua bagian yaitu bagian terkecil adalah zat terlarut dan yang terbesar adalah pelarut.

Contoh, jika kita ambil 1 gram kalium bicromat (K2Cr2O7) dan dimasukan kedalam labu ukur yang berisi 100 mL air, diaduk dan akan dihasilkan larutan kalium bicromat, dimana kalium bicromat sebagai zat terlarutnya dan air adalah sebagai pelarutnya. (Zulfikar,. 2008,. Kimia Kesehatan, Dep Pendidikan Nasional).

Eksplorasi

Amati dan catat secara berkelompok, beberapa proses pengolahan yang ada lingkungan sekitar, misal proses pengenceran/pengentalan (catat: kondisi awal, massa jenis, volume, suhu awal , waktu yang dibutuhkan untuk mencapai kondisi tersebut).

Mengasosiasi

Jelaskan hubungan antara kondisi awal sebelum proses dengan sesudah proses, buatlah grafik hubungan awal dan akhir proses berhubungan dengan waktu..

Mengkomunikasi

Sampaikan kepada kelompok – kelompok yang lain mengenai hasil pengamatan dan identifikasi model pengaduk serta letaknya, samakah pendapat anda dengan pendapat kelompok – kelompok yang lain?

Mengumpulkan informasi

Setelah anda melakukan pengamatan, coba anda kumpulkan informasi dari

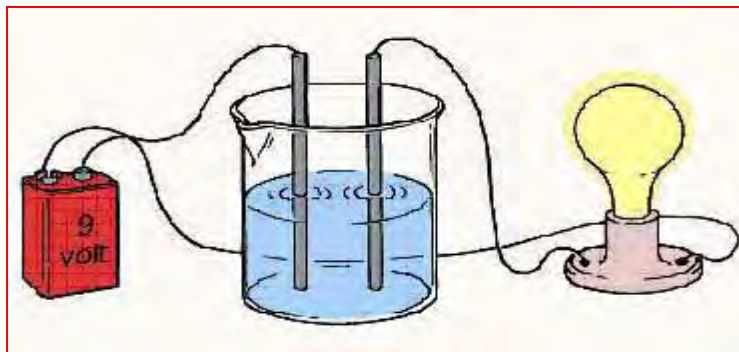
(6) Larutan Elektrolit dan Non Elektrolit

Di dalam proses melarut tentunya terjadi pemecahan ukuran partikel zat terlarut dan terjadi interaksi antara zat partikel terlarut dengan partikel pelarutnya. Apakah partikel memiliki muatan. Atas dasar sifat kelistrikannya kita larutan menjadi dua bagian yaitu larutan elektrolit dan larutan non-elektrolit.

Pada tahun 1887, seorang ahli kimia dari Swedia Svante August Arrhenius berhasil melakukan pengamatan terhadap sifat listrik larutan. Dia menyatakan bahwa larutan dapat menghantarkan arus listrik jika larutan tersebut mengandung partikel-partikel yang bermuatan listrik (ion-ion) dan bergerak bebas didalam larutannya.

Pembuktian adanya larutan elektrolit dapat kita lakukan dengan percobaan sederhan. Persiapkan larutan garam dapur (NaCl), asam cuka dapur **(CH_3COOH),** larutan garam **($C_{12}H_{22}O_{11}$)** dan larutan alkohol **C_2H_5OH (etanol),** larutan ini mudah kita sediakan, kemudian kita tuang kedalam bekerja gelas.

(a). **Derajat Ionisasi (α).**

Persiapkan juga peralatannya yaitu bola lampu kecil, kabel, batangan logam besi atau tembaga, selanjutnya dirangkai seperti Gambar dibawah ini :

Gambar 6. Rangkaian untuk uji sifat daya hantar larutan.

Jika kita lakukan pengamatan, dan hasil pengamatan disederhanakan seperti Table 2. di bawah ini :

Tabel 1. Pengamatan daya hantar listrik pada larutan

Senyawa	Rumus	Lampu menyala	Lampu tidak menyala
Garam dapur	Na Cl	V	
Asam cuka	CH_3 COOH	V	
Garam	C_{12} H_{22} 0_{11}		V
Alkohol	C_2H_5OH		V

Dari hasil pengamatan percobaan dapat disimpulkan bahwa larutan dapat dibagi menjadi dua bagian. Larutan yang dapat menghantarkan arus listrik adalah larutan elektrolit. Sedangkan larutan yang tidak dapat menghantarkan arus listrik adalah larutan non-elektrolit, dan kita simpulkan pada Tabel 2.

Percobaan berikutnya dapat kita lakukan terhadap beberapa larutan elektrolit misalnya, larutan natrium klorida (NaCl), tembaga (II) sulfat (CuSO4), asam nitrat (HNO3), asam cuka (CH3COOH), asam oksalat (C2H2O4) dan asam sitrat (C6H8O7). Dengan cara yang sama dengan percobaan diatas, pengamatan disederhanakan dalam Tabel 1 berikut ini.

Tabel 2. Pengamatan daya hantar terhadap beberapa larutan elektrolit

LARUTAN	Nyala Lampu	
	Terang	Kurang Terang
Na Cl	V	
Cu SO4	V	
HNO3	V	
CH3 COOH		V
$C_2H_20_4$		V
$C_6H_8O_7$		V

hasil ini mengindikasikan bahwa terdapat dua larutan elektrolit yaitu larutan elektrolit kuat dan lemah yang ditunjukkan dengan nyala lampu lihat tabel 3.

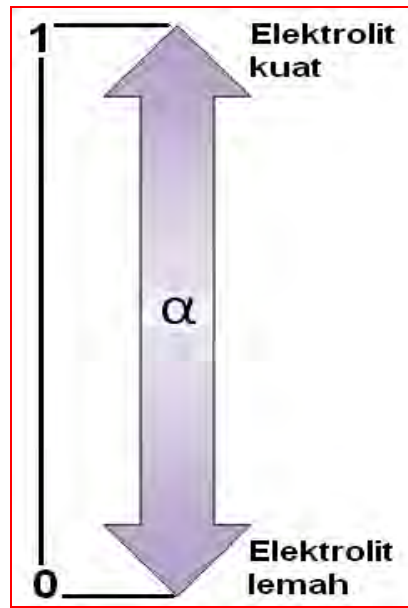
Tabel 3. Dua jenis larutan elektrolit,
elektrolit kuat dan elektrolit lemah

Elektrolit Kuat	Elektrolit Lemah
$Na\ Cl$	$CH_3\ COOH$
$Cu\ SO_4$	$C_2H_2O_4$
HNO_3	$C_6H_8O_7$

Kuat lemahnya larutan elektrolit sangat ditentukan oleh partikel-partikel bermuatan di dalam larutan elektrolit. Larutan elektrolit akan mengalami ionisasi, dimana zat terlarutnya terurai menjadi ion positif dan negatif, dengan adanya muatan listrik inilah yang menyebabkan larutan memiliki daya hantar listriknya. Proses ionisasi memegan peranan untuk menunjukkan kemapuan daya hantarnya, semakin banyak zat yang terionisasi semakin kuat daya hantarnya. Demikian pula sebaliknya semakin sulit terionisasi semakin lemah daya hantar listriknya. Kekuatan ionisasi suatu larutan diukur dengan derajat ionisasi dan dapat disederhanakan dalam persamaan dibawah ini:

$$\propto = \frac{mol\ zat\ yang\ terionisasi}{mol\ zat\ mula\ mula}$$

Untuk larutan elektrolit besarnya harga $0 < \alpha \leq 1$, untuk
larutan non-elektrolit maka nilai $\alpha = 0$.

Dengan ukuran derajat ionisasi untuk larutan elektrolit memiliki jarak yang cukup besar, sehingga diperlukan pembatasan larutan elektrolit dan dibuat istilah larutan elektrolit kuat dan larutan elektrolit lemah.

Gambar 7. Skala derajat ionisasi dalam larutan elektrolit

Untuk elektrolit kuat harga $\alpha = 1$, sedangkan elektrolit lemah harga derajat ionisasinya, $0 < \alpha < 1$. Untuk mempermudah kekuatan elektrolit skala derajat ionisasi pada Gambar 8.

Eksplorasi
Lakukanlah pembagian kelompok dalam satu kelas, ambilah buah tanaman seperti blimbing wuluh, jeruk (yang masam) untuk yang lainnya dari getah atau pun apaun hinga tiap kelompok mempunyai 10 item yang berbeda lakukanlah pelarutan kedalam air hingga percobaan pada gambar 7 pada halaman 22, dapat terlaksana !

Mengasosiasi
Jelaskan hubungan sifat larutan terhadap nyala lampu yang dihasilkan, buatlah grafik hubungan kekuatan terang lampu dengan kosentrasi larutan

Mengkomunikasi
Sampaikan kepada kelompok – kelompok yang lain mengenai hasil pengamatan dan identifikasi model pengaduk serta letaknya, samakah pendapat anda dengan pendapat kelompok – kelompok yang lain?

Mengumpulkan informasi

Setelah anda melakukan diskusi dengan kelompok yang lain, coba anda kumpulkan informasi dari berbagai sumber untuk melengkapi proses larutan dan kekentalan larutan terhadap nyala lampu dan kandungan kimia apa yang terduga dalam

(7) Sifat sifat larutan .

Dalam suatu proses pelarutan setiap partikel padatan akan dimasukkan ke dalam suatu larutan. Akan terjadi peristiwa pemecahan partikel padatan sehingga berinteraksi dengan larutan. Partikel padatan tadi akan memiliki rasa yang berbeda beda sesuai dengan kandungan partikelnya.

Partikel partikel yang dikandung dalam larutan akan memiliki sifat sifat tertentu sesuai dengan isi dari partikel tersebut. Dalam ilmu kimia sifat sifat tersebut adalah keasaman, kebasaan, penggaraman (sifat dari garam masing masing partikel).

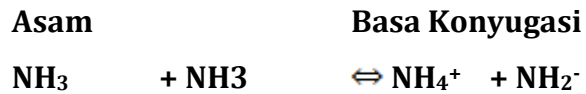
(a). Asam dan basa

Asam adalah zat sifat sifat khusus salah satunya adalah bereaksi dengan logam membentuk gas hidrogen, mengubah kertas lamus biru menjadi merah. Sedangkan basa mempunyai sifat sifat licin jika mengenai kulit, dan terasa getir, mengubah kertas lamus merah menjadi biru.

Menurut Bronsted Lowry, asam adalah zat yang memiliki kemampuan memberi donor proton, sedangkan basa adalah zat yang menerima proton.

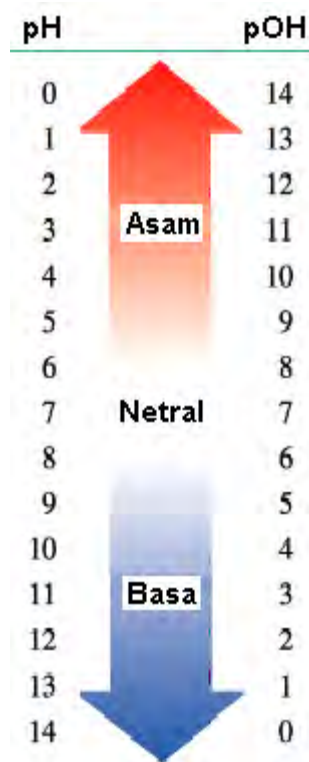
Suatu reaksi yang melibatkan asam dan basa seperti dibawah ini :

Asam **Basa Konyugasi**

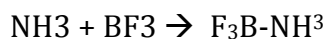
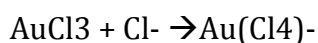
NH_3 + NH3 ⇔ NH_4^+ + NH_2^-

Basa **Asam Konyugasi**

Untuk ion hidroksida (OH-) dapat menerima proton dan berperan sebagai basa dan disebut dengan basa konyugasi. Reaksi diatas menghasilkan pasangan asam basa konyugasi, yaitu asam 1 dengan basa konyugasinya, dan basa 2 dengan asam konyugasinya.

Perkembangan selanjutnya adalah konsep asam-basa Lewis, zat dikatakan sebagai asam karena zat tersebut dapat menerima pasangan elektron bebas dan sebaliknya dikatakan sebagai basa jika dapat menyumbangkan pasangan elektron.

Konsep asam basa ini sangat membantu dalam menjelaskan reaksi organik dan reaksi pembentukan senyawa kompleks yang tidak melibatkan ion hidrogen maupun proton.

Gambar 8. Skala pH meter,

Reaksi antara BF3 dengan NH3, dimana molekul NH3 memiliki pasangan elektron bebas, sedangkan molekul BF3 kekurangan pasangan elektron.

NH3 + BF3 → $F_3B\text{-}NH^3$

Pada reaksi pembentukan senyawa kompleks, juga terjadi proses donor pasangan elektron bebas seperti;

AuCl3 + Cl- →Au(Cl4)-

ion klorida memiliki pasangan elektron dapat disumbangkan kepada atom Au yang memiliki orbital kosong (ingat ikatan kovalen koordinasi).

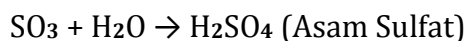
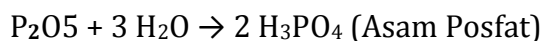
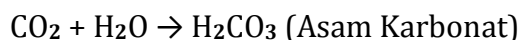
Dalam reaksi ini senyawa AuCl3, bertindak sebagai asam dan ion klorida bertindak sebagai basa.

(b). Pembentukan asam dan basa.

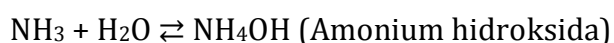
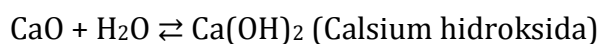
Asam dapat terbentuk dari oksida asam yang bereaksi dengan air. Oksida asam merupakan senyawa oksida dari unsur-unsur non logam; seperti Karbondioksida, dipospor pentaoksida dan lainnya. Pasangan oksida asam dengan asamnya. Reaksi pembentukan asam adalah :

$CO_2 + H_2O \rightarrow H_2CO_3$ (Asam Karbonat)

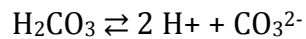
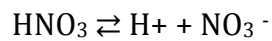
$P_2O5 + 3\ H_2O \rightarrow 2\ H_3PO_4$ (Asam Posfat)

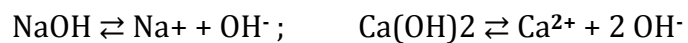
$SO_3 + H_2O \rightarrow H_2SO_4$ (Asam Sulfat)

Sedangkan basa dapat terbentuk dari oksida basa yang bereaksi dengan air. Oksida basa merupakan oksida logam dan ada pengecualian khususnya untuk amonia (NH3).

$CaO + H_2O \rightleftarrows Ca(OH)_2$ (Calsium hidroksida)

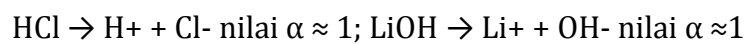
$NH_3 + H_2O \rightleftarrows NH_4OH$ (Amonium hidroksida)

Proses ionisasi asam dan basa, prinsip ionisasi mengikuti konsep Arhenius, asam akan menghasilkan ion hidrogen bermuatan positif dilanjutkan dengan menuliskan sisa asamnya yang bermuatan negatif serta disetarakan muatannya perhatikan bagan berikut ini, Ionisasi asam lainnya,

$HNO_3 \rightleftarrows H^+ + NO_3^-$

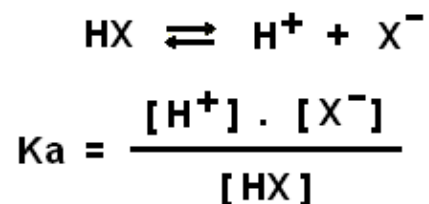
$H_2CO_3 \rightleftarrows 2\,H^+ + CO_3^{2-}$

Proses ionisasi basa, juga mengacu pada konsep Arhenius, yaitu menghasilkan ion hidroksida yang bermuatan negatif, dilanjutkan dengan menuliskan sisa basa disertai penyetaraan muatannya seperti contoh dibawah ini.

$NaOH \rightleftarrows Na^+ + OH^-$; $Ca(OH)_2 \rightleftarrows Ca^{2+} + 2\,OH^-$

Proses ionisasi untuk asam kuat dan basa kuat sudah kita singgung sebelumnya, dan diindikasikan dengan harga α mendekati 1. α adalah rasio jumlah zat yang terionisasi dan zat mula-mula. Harga α untuk asam kuat adalah α = 1.

Hal ini menunjukkan bahwa reaksi berkesudahan atau dengan kata lain zat terionisasi sempurna, baik berupa asam atau basa yang nilai α ≈ 1

$HCl \rightarrow H^+ + Cl^-$ nilai α ≈ 1; $LiOH \rightarrow Li^+ + OH^-$ nilai α ≈1

Sedangkan untuk asam lemah nilai α tidak dipergunakan, yang dipergunakan adalah tetapan ionisasi asam, tetapan ini diturunkan dari keadaan keseimbangan ionisasi.

$$HX \rightleftarrows H^+ + X^-$$

$$Ka = \frac{[H^+] \cdot [X^-]}{[HX]}$$

Dari persamaan ini dapat kita ambil kesimpulan jika harga *Ka* besar, berarti jumlah ion cukup besar, demikian pula sebaliknya

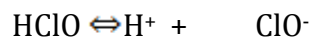
jika *Ka* kecil maka jumlah zat yang terionisasi kecil, besarnya harga *Ka* inilah yang dapat kita pergunakan untuk memperbandingkan suatu asam dengan asam lainnya, beberapa harga Ka ditampilkan pada Tabel 3. berikut ini.

Tabel 4. Harga Ka untuk beberapa asam.

RUMUS KIMIA	HARGA Ka.
HClO	**2.9×10^{-8}**
HNO_2	**1.1×10^{-2}**
H_2S	**1.0×10^{-7}**
HCN	**6.2×10^{-10}**
$H_2C_2O_4$	**5.4×10^{-8}**

Untuk lebih memahami, perhatikan contoh soal dibawah;

Sebuah botol diberi label HClO, asam hipoklorit 0.35 M, dari tabel tetapan ionisasi asam lemah pada suhu 25^{o}C, diketahui harga Ka = 2.9 x 10-8. Tentukan pH asam hipoklorit tersebut. Uraian berikut ini, merupakan penyelesaian contoh soal ini.

$HClO \Leftrightarrow H^+ + ClO^-$

$[HClO] = 0,35\ M$

Ka = $2,98 \times 10^{-8}$

$[H^+] = \sqrt{Ka, [HClO]}$

$[H^+] = \sqrt{0,35, [2,98\ 10^{-8}]}$

$[H^+] = \sqrt{1, x\ 10^{-8}}$

$[H^+] = 10^{-4}$

pH = - log (H^+)

pH = - log (10^{-4})

pH = 4

(c). Proses pembentukan Garam.

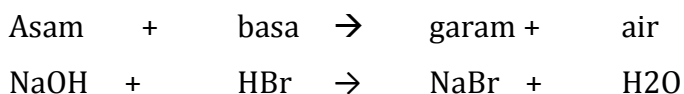
Garam merupakan senyawa yang bersifat elektrolit yang dibentuk dari sisa basa atau logam yang bermuatan positif dengan sisa asam yang bermuatan negatif, perhatikan bagan pada gambar 10. Dengan keberadaan sisa basa dan sisa asam maka, umumnya garam bersifat netral.

Namun kadang-kadang garam memliki pH lebih kecil dari 7 bersifat asam atau lebih besar dari 7 bersifat basa.

(i). Reaksi antara Asam dengan Basa

Dalam suatu reaski asam kuat ditambah basa kuat akan terbentuk sebagai berikut :

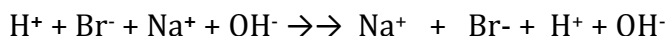
Asam + basa → garam + air

NaOH + HBr → NaBr + H2O

Untuk mempermudah reaksi pembentukan garam, perlu dilakukan pentahapan :

Ionisasi asam HBr → H+ + Br-

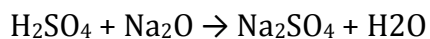
Ionisasi basa NaOH → Na+ + OH

Reaksi Ion :

$H^+ + Br^- + Na^+ + OH^- \rightarrow\rightarrow Na^+ + Br- + H^+ + OH^-$

(ii). Asam dengan Oksida Basa .

Tahap reaksi penggaraman :

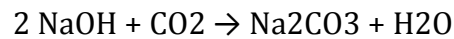
$H_2SO_4 + Na_2O \rightarrow Na_2SO_4 + H2O$

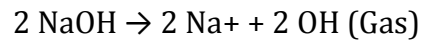
Ionisasi Asam : $H2SO4 \rightarrow 2\ H^+ + SO4^{2-}$

Perlu dicermati koofisien reaksi untuk atom H dalam senyawa H_2SO_4 dengan ion H+, demikian pula untuk muatan SO_4^{2-}, disetarakan dengan jumlah H+ yang ada. Ionisasi oksida basa :

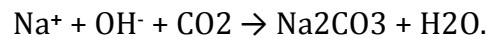
$\mathbf{Na_2SO_4 \rightarrow 2\ Na^+ + SO_4^{-2}}$

Setarakan jumlah atom Na yang ada disebelah kiri tanda panah atau pada Na_2SO_4, dan setarakan muatan atom O sesuai dengan jumlah mauatan yang ada pada atom Na yang tersedia.

(iii). Basa dengan Oksida Asam.

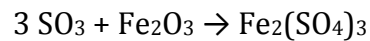
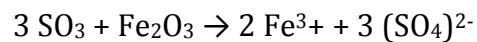
2 NaOH + CO2 → Na2CO3 + H2O

Untuk lebih mudahnya reaksi kita uraikan terlebih dahulu

2 NaOH → 2 Na+ + 2 OH (Gas)

CO_2 tidak mengalami ionsisasi, namun perlu diingat bahwa CO_2 sebagai oksida asam akan membentuk sisa asam **$CO3^{-2}$**, perhatikan pembentukan asam pada bahasan sebelumnya

$Na^+ + OH^- + CO2 \rightarrow Na2CO3 + H2O$.

(iv). Oksida Asam dan Oksida Basa.

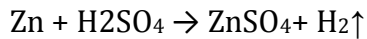
$3\ SO_3 + Fe_2O_3 \rightarrow Fe_2(SO_4)_3$

Reaksi ionnya :

$3\ SO_3 + Fe_2O_3 \rightarrow 2\ Fe^3+ + 3\ (SO_4)^{2-}$

Untuk SO_3 tidak mengalami ionsisasi, namun perlu diingat bahwa SO_3 sebagai oksida asam akan membentuk sisa asam SO_3, perhatikan pembentukan asam pada bahasan sebelumnya. Sedangkan untuk Fe_2O_3, merupakan senyawa ion dimana bilangan oksidasi Oksigen adalah -2, sehingga total muatan dari 3 atom oksigen adalah -6. Muatan untuk Fe dapat ditentukan, dimana untuk muatan 2 atom Fe harus dapat menetralkan -6 dari atom Oksigen, dengan demikian muatan untuk 2 atom Fe adalah 6+, dan muatan untuk atom Fe saja adalah 3+.

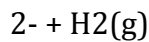
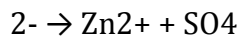
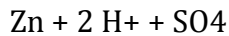
(v). Logam dengan Asam

Garam yang berasal dari logam dengan asamnya sangat reaktif karena menghasilkan gas H_2 yang disamping berbau khas juga mudah meledak jika dalam pembuatannya kurang berhati hati.

$Zn + H2SO_4 \rightarrow ZnSO_4 + H_2\uparrow$

Reaksi bentuk ionnya

Zn + 2 H+ + SO4

2- → Zn2+ + SO4

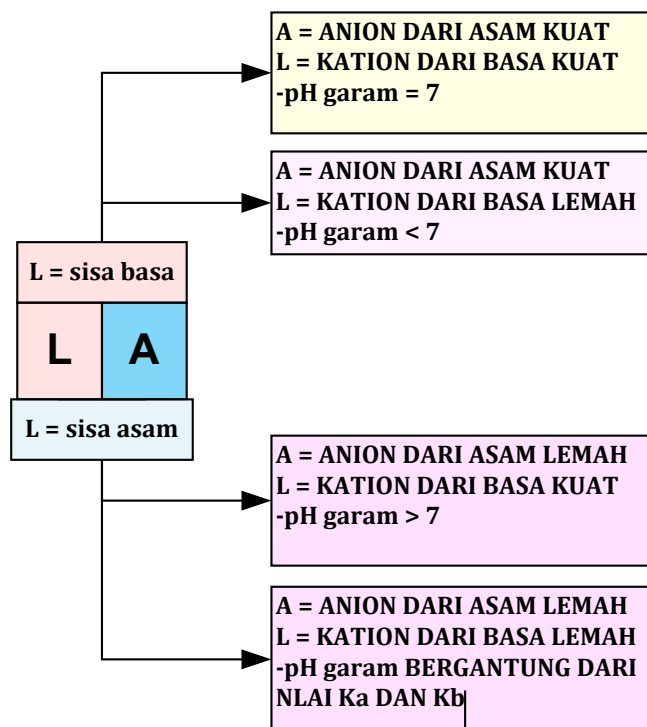
2- + H2(g)

Pada reaksi terjadi perubahan Zn menjadi Zn2+ dan 2H+ menjadi gas H2. Jenis reaksi ini dikenal dengan reaksi reduksi dan oksidasi.

(d). Hidrolisis Garam .

Hidrolisis merupakan reaksi penguraian zat oleh air, reaksi ini juga dapat terjadi jika garam bereaksi dengan air. Reaksi hidrolisis garam juga memegang peranan penting untuk memberikan sifat larutan garam tersebut apakah larutan garam bersifat asam, basa ataupun netral.

Peristiwa hidrolisis garam sangat tergantung dari komposisi pembentuk garam, sehingga kita dapat kelompokan kedalam empat bagian yaitu;

- Garam yang berasal dari asam kuat dan basa kuat,
- Asam kuat dan basa lemah,
- Asam lemah dan basa kuat dan
- Asam lemah dan basa lemah.

Sebagai bahan untuk menyederhanakan hidrolisis garam perhatikan keterangan berikut ini :

Gambar 9. Hidrolisa garam

(i). Garam yang berasal dari asam kuat dan basa kuat.

Garam dengan komposisi ini tidak mengalami hidrolisis, hal ini disebabkan karena tidak terjadi interaksi antara ion-ion garam dengan air, seperti reaksi berikut ini, Garam NaCl, Garam akan terionisasi.

NaCl → Na+ + Cl-

Na+ + H2O ↛

Cl- + H2O ↛

Sifat keasaman atau kebasaan larutan sangat ditentukan oleh keberadaan pelarut yaitu H2O, telah kita bahas bahwa dalam kesetimbangan air, dimana [OH-] = [H+] sebesar 10-7 sehingga pH dan pOH untuk garam ini = 7.

(ii). Garam yang berasal dari asam lemah dan basa lemah.

Garam yang dibentuk oleh asam lemah dan basa lemah akan terhidrolisis sempurna. Hal ini disebabkan seluruh ion

garam dapat berinteraksi dengan air. Sifat larutan garam ini sangat ditentukan oleh nilai Ka ; konstanta ionisasi asam dan Kb; konstanta ionisasi basanya.

Larutan bersifat asam jika Ka > Kb

Larutan bersifat basa jika Kb > Ka

Larutan bersifat netral jika Ka = Kb

Beberapa garam juga terbentuk secara tidak normal, dimana garam masih memiliki gugus asam atau basa. Garam jenis ini adalah garam asam, senyawa garam ini masih memiliki gugus H+ dan menyebabkan garam ini bersifat asam. Beberapa contoh Garam asam seperti Soda kue $NaHCO_3$ (Natrium bicarbonat atau Natrium hidrogen carbonat), K_2HPO_4 (Kalium hidrogen posfat).

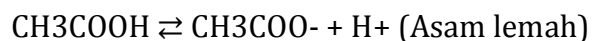
(iii). Larutan Penyangga atau Buffer

Larutan buffer adalah larutan yang terdiri dari garam dengan asam lemahnya atau garam dengan basa lemahnya. Komposisi ini menyebabkan larutan memiliki kemampuan untuk mempertahankan pH jika kedalam larutan ditambahkan sedikit asam atau basa. Hal ini disebabkan larutan penyangga memiliki pasangan asam basa konyugasi (konsep asam Lowry-Bronsted).

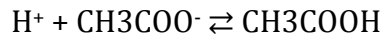
- **Larutan Garam dan asam lemahnya.**

Kita ambil contoh pasangan antara asam lemah CH_3COOH dengan garamnya CH_3COONa. Di dalam larutan

$CH_3COONa \rightleftarrows CH_3COO^- + Na^+$ (Garam)

$CH_3COOH \rightleftarrows CH_3COO^- + H^+$ (Asam lemah)

Dalam larutan terdapat CH_3COOH merupakan asam dan CH_3COO^- basa konyugasi. Kehadiran senyawa dan ion ini yang dapat menetralisir adanya asam dan basa dalam

larutan. Jika larutan ini ditambahkan asam, terjadi reaksi netralisasi,

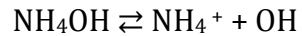
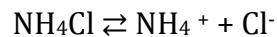
$H^+ + CH3COO^- \rightleftarrows CH3COOH$

Kehadiran basa dinetralisir oleh :

$CH3COOH\ OH^- + CH3COOH \rightleftarrows CH3COO^- + H2O$

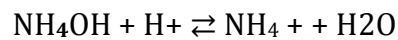
- **Larutan antara garam dengan basa lemahnya.**

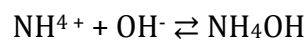
  Larutan antara garam dengan basa lemahnya, sebagai contoh adalah campuran NH_4Cl dengan NH_4OH.

  Garam terionoisasi:

  $NH_4Cl \rightleftarrows NH_4{}^+ + Cl^-$

  $NH_4OH \rightleftarrows NH_4{}^+ + OH$

  Dalam larutan garam terdapat pasangan basa dan asam konyugasi dari NH4OH dan NH4 +, adanya molekul dan ion ini menyebabkan larutan mampu mempertahankan pH larutan. Tambahan H+ dapat dinetralisir oleh NH_4OH sesuai dengan reaksi :

  $NH_4OH + H+ \rightleftarrows NH_4 + + H2O$

  Demikian pula adanya tambahan basa OH- dinetralisir oleh ion amonium dengan reaksi :

  $NH^{4+} + OH^- \rightleftarrows NH_4OH$

  Larutan buffer yang terdiri dari garam dan asam lemahnya atau basa lemahnya memiliki harga pH yang berbeda dari garamnya ataupun dari asam lemahnya.

Eksplorasi

Lakukanlah obervasi dan pengambilan contoh tentang batuan tambang (sisa asam /sisa basa) yang berada di lingkungan sekitar kita. Dalam satu kelas terbagi menjadi beberapa kelompok. Luruhkan materi tadi kedalam air panas, atau direbus, check hasil pelarutan dengan kertas pH !

Mengasosiasi

Jelaskan hubungan antara bahan batuan tambang dengan pH dari larutan, tentukan tingkat kuat lemahnya dengan uji menggunakan lampu terang dan redupnya !!

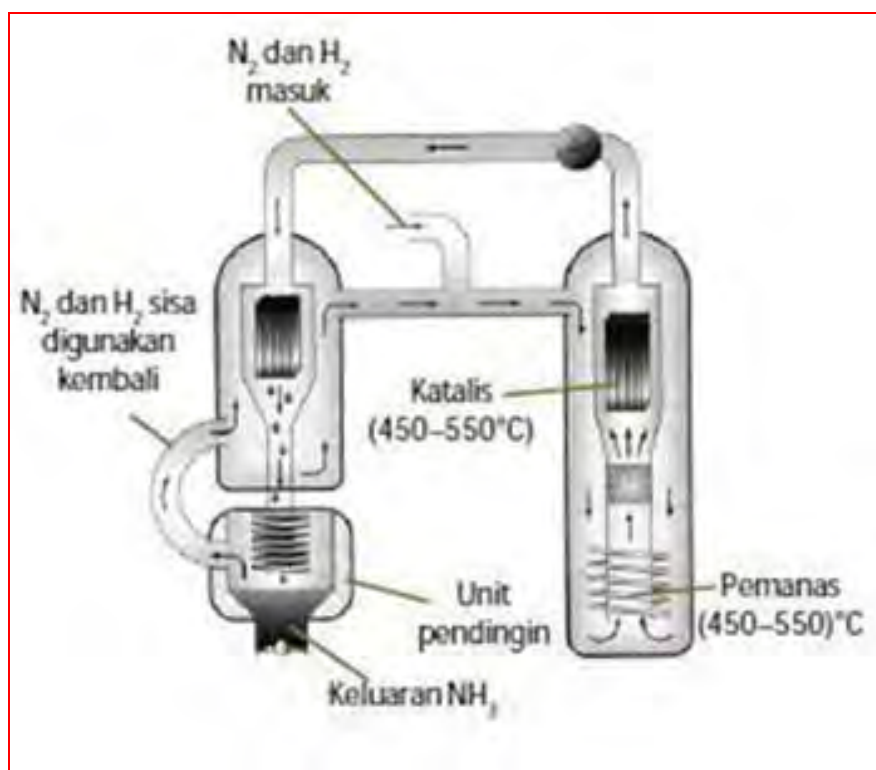
Mengkomunikasi

Sampaikan kepada kelompok – kelompok yang lain mengenai hasil pengamatan dan identifikasi tersebut, samakah pendapat anda dengan pendapat kelompok kelompok yang lain?

3) Kesetimbangan Reaksi Kimia.

Untuk memahami apa dan bagaimana kesetimbangan reaksi, coba kita cermati peristiwa reaksi berikut ini.

$N_2(g) + 3H_2(g) \leftrightarrows 2NH_3(g)$ $\Delta H_25 = –92,2$ kJ

Reaksi tersebut adalah reaksi pembentukan amonia yang merupakan bahan dasar dalam pembuatan pupuk, sebagai pelarut, pembersih dan banyak lagi produk sintetik yang menggunakan bahan dasar dari amonia. Amonia merupakan sintesa dari gas N_2 dan H_2 melalui Proses Haber seperti ditunjjukan pada gambar berikut ini.

Gambar 10. Reaksi kestimbangan bolak balik, sintesa amonia.(sumber : http://smakita.net/reaksi-kesetimbangan-di-industri-kimia/)

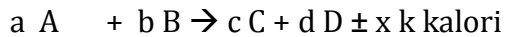
Dalam proses produksi amonia pada reaksi diatas, proses reaksinya adalah raksi bolak balik dengan jenis reaksi eksotermis.

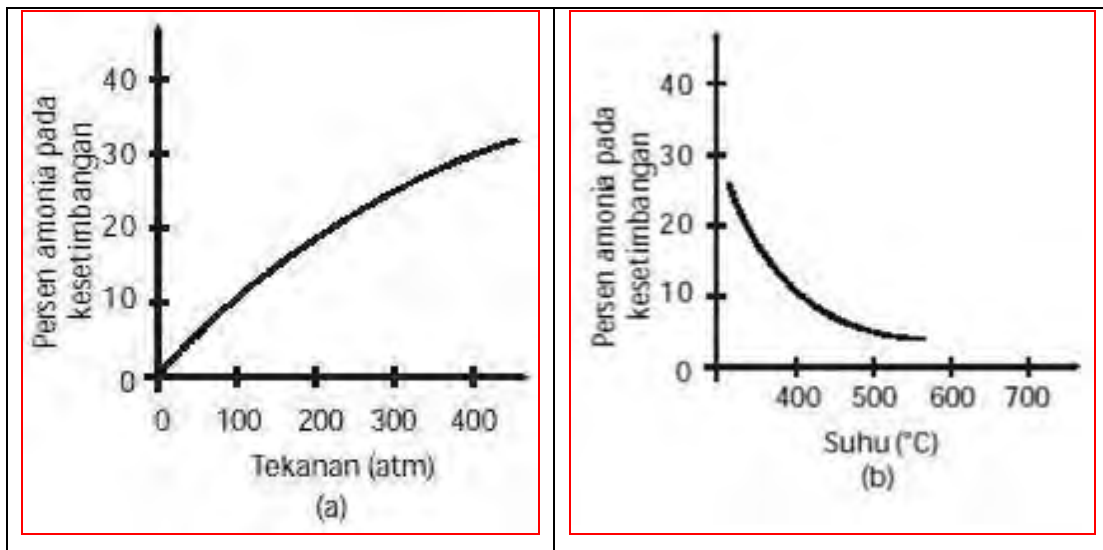
Reaksi ini berlangsung dalam 2 arah yang berkestimbangan,

kecepatan reaksi kekiri = kecepatan reaksi kekanan.

Menurut hukum Le Chatelier :

Pada suatu reaksi :

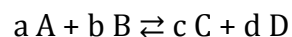
a A + b B → c C + d D ± x k kalori

catatan : + X = eksotermis; dan –X = endotermis.

- Jika zat A dan atau zat B ditambah maka kestimbangan bergeser kekanan, dan bila zat A atau dan zat B dikurangi maka kestimbangan bergeser kekiri.
- Jika zat C dan atau zat D dikurangi maka kestimbangan akan bergeser kekanan, dan bila zat C dan Zat D ditambah maka kestimbangan bergeser kekiri,
- Untuk proses yang berjalan secara heterogen maka tidak ada pergeseran kestimbangan karena dalam sistem heterogen tidak ada pergeseran kestimbangan.
- Jika dalam sistem diperlakukan dengan tekanan diperbesar (volume sistem akan mengecil) maka kestimbangan bergeser ke arah jumlah koefisien gas yang kecil, sedangkan jika dalam kestimbangan tekanan diperkecil (volume mengalami kenaikan/diperbesar) maka kestimbangan bergeser ke jumlah koefisien yang lebih banyak (besar).
- Dalam proses reaksi eksothermis/endothermis, jika suhu diperbesar maka kestimbangan bergeser ke arah yang endothermis sedangkan jika suhu diperkecil maka kestimbangan bergeser ke arah eksothermis. Untuk lebih jelasnya hubungan antara amonia yang dihasilkan terhadap tekanan dan hasil amonia yang dihasilkan dengan suhu reaksi.

Gambar 11. Hubungan kestimbangan hasil amonia dengan suhu dan tekanan.

Dalam proses diatas untuk membuat kestimbangan reaksi agar ergeser kekanan maka langkah yang dilakukan berdasarkan azaz Le Chatelier, maka langkah yang dilakukan penurunan suhu atau membuat suhu konstan (isothermal) dan optimalisasi tekanan karena koefisien pereaksi bergeser ke jumlah koefisien yang kecil.

a) Reaksi umum dari kesetimbangan.

Dalam contoh kasus diatas maka hubungan tekanan, volume, suhu dan reaktan digambarkan sebagai berikut :

$a\,A + b\,B \rightleftarrows c\,C + d\,D$

dan berlaku energi bebas Gibbs $\Delta G = 0$, dimana

$\Delta G = \Delta G + RT \ln K$

Dari persamaan di atas tampak bahwa harga K adalah besaran yang tetap dan merupakan besaran yang tergantung pada komposisi zat pada saat kesetimbangan. Harga K tidak tergantung pada keadaan mula-mula zat. Jika reaksi berlangsung dalam fasa gas, harga K adalah, tekanan parsial dari masing-masing zat.

$$K_p = \frac{P(C)^c \; P(D)^d}{P(A)a^c \; P(B)^b}$$

Kp = Tetapan kesetimbangan (dalam fasa gas)

pC = tekanan gas C, dengan koofisien reaksi c

pD = tekanan gas D dengan koofisien reaksi d

pA = tekanan gas A dengan koofisien reaksi a

pB = tekanan gas B dengan koofisien reaksi b.

Selanjutnya, Guldenberg dan Waage, mengembangkan kesetimbangan dalam fasa larutan, dan mereka menemukan bahwa dalam keadaan kesetimbangan pada suhu tetap, maka hasil kali konsentrasi zat-zat hasil reaksi dibagi dengan hasil kali konsentrasi pereaksi yang sisa dimana masing-masing konsentrasi itu dipangkatkan dengan koefisien reaksinya adalah tetap. Pernyataan ini dikenal dengan Hukum Guldberg dan Wange, dan disederhanakan ke dalam persamaan

$$K_p = \frac{P(C)^c \; P(D)^d}{P(A)a^c \; P(B)^b}$$

Kc = Tetapan kesetimbangan (dalam fasa gas)

[C] = tekanan gas C, dengan koofisien reaksi *c*

[D]= tekanan gas D dengan koofisien reaksi *d*

[A] = tekanan gas A dengan koofisien reaksi *a*

[B] = tekanan gas B dengan koofisien reaksi *b*

Persamaan tetapan kesetimbangan di atas, dapat memberikan informasi bahwa harga k kecil menunjukan bahwa zat-zat hasil reaksi (zat c dan d) lebih sedikit dibandingkan dengan zat-zat yang bereaksi (zat a dan b). Jika kita mengukur harga k dan besarnya belum mencapai harga k pada saat kesetimbangan, berarti reaksi yang dilakukan belum

mencapai kesetimbangan. Dalam hal yang sebelumnya nilai kestimbangan dapat bergeser disebabkan karena sebagai berikut :

- Pengaruh tekanan dan volume (sudah dibahas diatas).
- Pengaruh konsentrasi (sudah dibicarakan diatas).
- pengaruh suhu/temperatur reaktor.
- **Pengaruh volume dan tekanan**

  Untuk reaksi dalam fasa cair perubahan volume menyebabkan perubahan konsentrasi. Peningkatan volume menyebabkan penurunan konsentrasi, ingat satuan konsentrasi zat adalah mol/L, banyaknya zat dibagi berat molekulnya di dalam 1 Liter larutan. Demikian pula reaksi dalam fasa gas, volume gas berbanding terbalik terhadap tekanan, peningkatan volume menyebabkan penurunan tekanan. Di sisi lain, tekanan berbanding lurus terhadap mol gas, seperti yang ditunjukan dalam persamaan gas ideal : dimana :

  $P\ V = n\ RT$

  $P = \frac{nRT}{V}$

  p = tekanan,

  V = Volume

  N = mol gas

  R = tetapan gas

  T = Suhu dalam K

  Dari persamaan di atas akan tampak bahwa dengan memperkecil tekanan sama dengan memperbesar volume, dan perubahan tekanan sama dengan perubahan konsentrasi (n/V). Sedangkan untuk tekanan gas total :

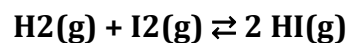
  $$P_{\infty} = P_A + P_B + P_C$$

$$P_A = \frac{n_A R\,T}{V}$$

Dalam sistem kesetimbangan peningkatan volume gas tidak mempengaruhi kesetimbangan jika jumlah koofisien reaksi sebelum dan sesudah adalah sama. Sebagai contoh proses reaksi dalam bentuk gas : $H_2(g) + I_2(g) \rightleftarrows 2\ HI(g)$

Koofisien gas H_2 dan I_2 adalah 1 (satu), total sebelah koofisien sebelah kiri adalah 2 (dua). Koofisien untuk gas HI adalah 2 (dua), sehingga koofisien sebelah kiri dan kanan tanda panah adalah sama.

Peningkatan volume 2 kali lebih besar tidak memberikan perubahan

terhadap rasio konsentrasi antara sebelah kanan dan sebelah kiri tanda panah, mula konsentrasi :

	H2(g) + I2(g) ⇄ 2 HI(g)		
	n/V	**n/V**	**2n/V**
V diperbesar:	n/2V	n/2V	2n/2V

Oleh karena rasio koefisien tetap sehingga tekananpun memiliki rasio yang tetap.

H2(g) + I2(g) ⇄ 2 HI(g)	Tekanan total kondisi tersebut : 2
1mol 1 Mol 2 Mol	atm Volume total sebanyak 1 liter.

$P\ H_2 = \frac{1/2}{2}$ x 2 atm (tek total) = ¼ X 2 =0 ,5 atm.

$P\ I_2 = \frac{1/2}{2}$ x 2 atm (tek total) = ¼ X 2 =0 ,5 atm.

$P\ HI = \frac{2/2}{2}$ x 2 atm (tek total) = ½ X 2 = 1 atm

$$K_P = \frac{1}{0{,}5 \ x \ 0{,}5} = 4$$

Volume diperbesar 2 kali sehingga menjadi 2 liter, tekanan berubah menjadi 1 atm.

$$P\ H_2 = \frac{1/2}{2} \text{ x 1 atm (tek total)} = 0\ {,}25 \text{ atm.}$$

$$P\ I_2 = \frac{1/2}{2} \text{ x 1 atm (tek total)} = 0\ {,}25 \text{ atm.}$$

$$P\ HI = \frac{2/2}{2} \text{ x 1 atm (tek total)} = 0{,}5 = 1 \text{ atm}$$

$$K_P = \frac{0{,}5 \ X \ 0{,}5}{0{,}25 \ x \ 0{,}25} = 4$$

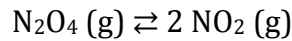
Dalam kasus yang berbeda, jika dalam kesetimbangan koofisien sebelum dan sesudah reaksi tidak sama, maka penurunan volume dapat menyebabkan reaksi bergeser menuju koofisien yang lebih kecil dan sebaliknya jika volume diperbesar kesetimbangan akan bergerak ke arah jumlah koofisien yang lebih besar.

b) Katalisator & Disosiasi.

Untuk mempercepat proses kesetimbangan kimia,sering dipergunakan zat tambahan lain yaitu katalisator. Dalam proses reaksi, katalisator berperan mempercepat reaksi yang berlangsung, pada akhir reaksi katalisator akan terbentuk kembali. Katalisator dalam dunia industri umumnya logam, namun dalam makhluk hidup katalisator didapat dari dalam tubuhnya yang dikenal dengan dengan biokatalisator atau enzim.

Banyak senyawa dalam suhu kamar terurai secara spontan dan menjadi bagian-bagian yang lebih sederhana, peristiwa ini dikenal dengan istilah disosiasi. Reaksi disosiasi merupakan reaksi kesetimbangan, beberapa contoh reaksi disosiasi sebagai berikut:

$N_2O_4\ (g) \rightleftarrows 2\ NO_2\ (g)$

$NH_4Cl\ (g) \rightleftarrows NH_3\ (g) + HCl(g)$

Ukuran banyaknya zat yang terurai dalam proses disosiasi dinyatakan dalam notasi α = derajat disosiasi, dengan persamaan :

$$\propto = \frac{banyaknya\ zat\ terurai}{banyaknya\ zat\ mula\ mula}$$

derajat disosiasi memiliki harga $0 \leq \alpha \leq 1$. Untuk lebih mudahnya kita perhatikan contoh seperti berikut ini.

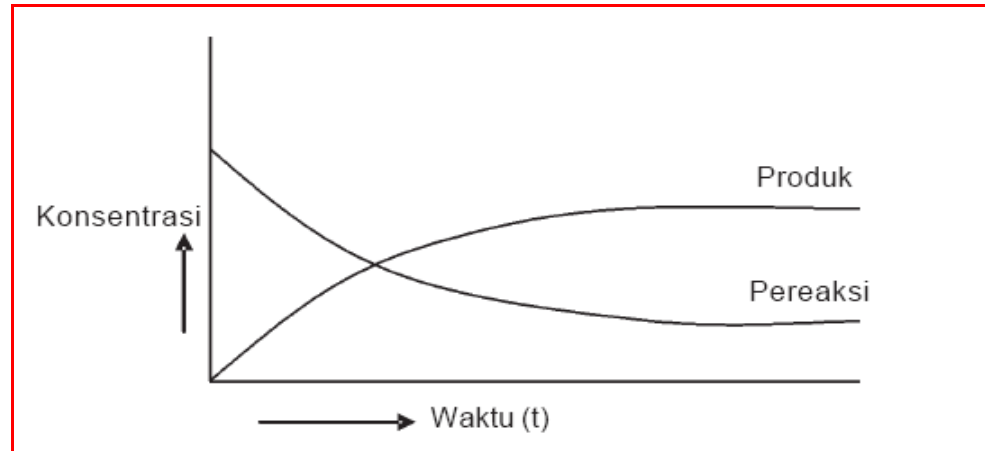
4) Kecepatan Reaksi.

Kecepatan reaksi kimia adalah perubahan kosentrasi per satuan waktu). Perubahan kosentrasi bagi reaktan adalah pengurangan jumlah reaktan dari kondsi awal, sedangkan penambahan kosentrasi per satuan waktu.

Kecepatan Reaksi: $\frac{\textbf{KOSENTRASI}}{\textbf{waktu}} = \frac{\textbf{mol}/\textbf{liter}}{\textbf{menit}} = \frac{\textbf{mol}/\textbf{liter}}{\textbf{detik}}$

Informasi tentang kecepatan berlangsungnya suatu reaksi amat penting diketahui, misalnya bagi industri dapat memprediksi jumlah produk, lama waktu produksi dan mungkin sampai dengan jumlah karyawan yang dibutuhkan dalam sebuah pabrik.

Untuk meninjau kecepatan reaksi, mari kita lihat terlebih dahulu bagaimana suatu reaksi berlangsung. Reaksi berlangsung karena adanya partikel-partikel, atom atau molekul yang bertumbukan dan tidak semua tumbukan menghasilkan reaksi, hanya tumbukan dengan energi yang cukup yang dapat menghasilkan reaksi. Energi tersebut dikenal dengan Energi aktifasi dan didefinisikan sebagai energi kinetik minimum yang harus dimiliki atau diberikan kepada partikel agar tumbukannya menghasilkan sebuah reaksi. Misalnya reaksi yang berlangsung untuk zat A berubah menjadi zat B. Selama reaksi berjalan, secara perlahan-lahan

zat A berkurang, dan zat B terbentuk atau bertambah. Secara grafik dapat kita sederhanakan pada Untuk lebih mudah memahami perhatikan persamaan reaksi sebagai berikut :

Gambar 12. Perubahan kosentrasi A.

kecepatan reaksi adalah berkurangnya konsentrasi zat A dalam selang waktu tertentu, dengan persamaan :

$$\mathbf{V = -\ \frac{\Delta[A]}{\Delta t}}$$

dimana :

V = kecepatan dalam mol/L.s

Δ[A] = penurunan konsentrasi zat A dalam mol/L

Δt = Selang waktu dalam detik

Kecepatan reaksi dapat kita ubah dalam satuan konsentrasi B, yaitu bertambahnya konsentrasi zat B dalam selang waktu tertentu. Jika kita rumuskan :

$$\mathbf{V = -\ \frac{\Delta[B]}{\Delta t}}$$

Dimana:

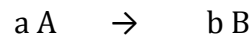
V = Kecepatan Dalam Mol/L.S

Δ[B] = Pertambahan Konsentrasi Zat B Dalam Mol/L

Δt = Selang Waktu Dalam Detik

Guldenberg dan Waage mengamati kecepatan reaksi dan dan menyatakan bahwa kecepatan reaksi bergantung pada konsentrasi dari zat yang bereaksi. Hubungan ini dirumuskan "Kecepatan reaksi pada sistem homogen (satu fase) berbanding langsung dengan konsentrasi zat zat yang bereaksi dipangkatkan dengan koefisien masingmasing zat yang bereaksi sesuai dengan persamaan reaksinya"

Perhatikan persamaan reaksi dibawah ini :

$$a\ A \rightarrow b\ B$$

Maka menurut Guldenberg dan Waage, kecepatan reaksi

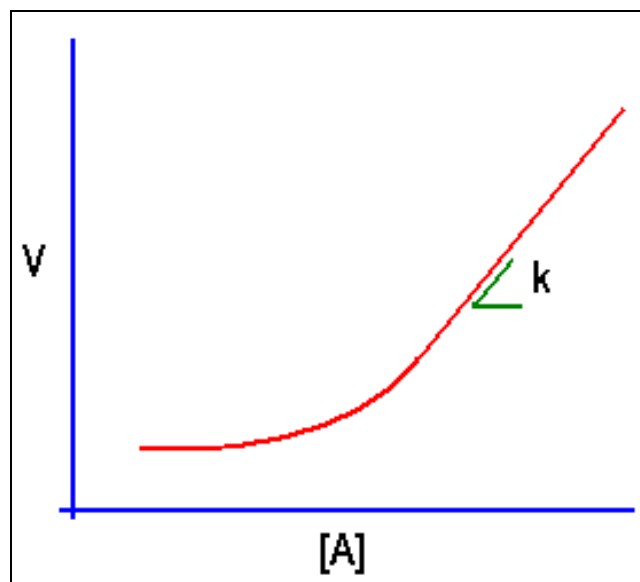
zat A dan B menjadi zat C dan D adalah:

$V = k.[A]a$

V = kecepatan reaksi

k = konstanta kecepatan reaksi

[A] dan [B] = konsentrasi zat A dan zat B

a dan b = koefisien zat A dan zat B dalam persamaan reaksi.

Gambar 13. Kecepatan Menurut Suildberg Dan Waage

b) Tahap Reaksi.

Berlangsungnya reaksi kimia umumnya terjadi dalam beberapa tahap reaksi, misalnya pada oksidasi gas HBr :

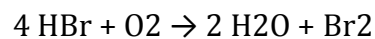
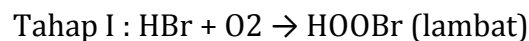
4 HBr(g) + O_2(g) → 2 H_2O(g) + Br_2(g)

Persamaan reaksi diatas menunjukan bahwa reaksi akan berlangsung apabila 4 molekul HBr bertumbukan sekaligus dengan satu molekul O2. Tetapi tumbukan seperti ini kecil sekali kemungkinannya terjadi. Tumbukan yang mungkin terjadi adalah tumbukan antara dua molekul, yaitu antara 1 molekul HBr dan 1 molekul O2. Deangan cara fikir ini, maka reaksi berlangsung melalui beberapa tahap. Dari reaksi diatas, tahapan reaksinya adalah:

Tahap I : HBr + O2 → HOOBr (lambat)

Tahap II : HBr + HOOBr → 2 HOBr (cepat)

Tahap III : 2 HBr + 2 HOBr → 2 H2O + Br2 (cepat)

4 HBr + O2 → 2 H2O + Br2

Dari contoh diatas terlihat bahwa kecepatan reaksi ditentukan oleh kecepatan terbentuknya HOOBr yaitu reaksi yang berlangsung paling lambat. Jadi dapat disimpulkan bahwa kecepatan reaksi secara keseluruhan ditentukan oleh tahap yang paling lambat pada reaksi tersebut, tahap yang paling lambat ini disebut tahap penentu kecepatan reaksi.

c) Tingkat Reaksi.

Definisi menurut Guldenberg dan Waage, “Kecepatan reaksi pada sistem homogen (satu fase) berbanding langsung dengan konsentrasi zat-zat yang bereaksi dipangkatkan dengan koefisien masing-masing zat yang bereaksi sesuai dengan persamaan reaksinya”

Definisi ini menekankan pada konsentrasi dan pangkatnya yang berasal dari koofisien reaksi. **Jumlah dari pangkat zat-zat yang bereaksi**

disebut dengan ***Tingkat Reaksi***. Perhatikan contoh dari persamaan reaksi dibawah ini:

$$H_2(g) + I_2(g) \rightarrow 2\ HI(g)$$

Kecepatan reaksinya adalah:

V = k [H2] [I2]

Zat-zat yang bereaksi adalah H2 dan I2 masing-masing zat memiliki pangkat 1. Jumlah pangkat dari kedua zat tersebut adalah 2, dan tingkat reaksinya adalah dua. Untuk lebih mudah kita memahaminya, kita coba bahas contoh yang lannya, Misalkan diketahui kecepatan suatu reaksi adalah:

V = [A]2 [B]3

Dari persamaan ini kita dapat simpulkan bahwa tingkat
reaksinya adalah 5 (berasal 2 + 3 dari pangkat [A] + pangkat [B]).
Secara parsial reaksi adalah tingkat dua terhadap zat A dan reaksi tingkat tiga terhadap zat B. Pada umumnya penentuan tingkat suatu reaksi tidak dapat ditentukan langsung dari persamaan reaksinya, tapi ditentukan melalui eksperimen,

Tabel 5. orde reaksi/tingkat reaksi.

Persamaan Reaksi	Rumus Kecepatan
Reaksi Tingkat 1 2 $H_2O_2 \rightarrow 2H_2O$ + O2	V = k (H_2O_2)
Persamaan Reaksi	Rumus Kecepatan
Reaksi Tingkat 2 2 HI → H2 + I2	V = K(HI)
Reaksi Tingkat 3 2H2 + 2 NO → 2 H2O + N2	V = K (H2) (NO)

Perhitungan kecepatan reaksi dapat dilakukan dengan melihat harga perubahan kosentrasi Δ[C] yang didukung oleh data eksperimen, misalnya; ***kecepatan reaksi sebuah reaksi meningkat 2 (dua) kali untuk setiap terjadi kenaikan temperatur 10°C, Berapa kali lebih***

cepat jika kita membandingkan reaksi yang berlangsung pada suhu $100^{o}C$ dengan $20^{o}C$.

Penyelesaian contoh soal ini,

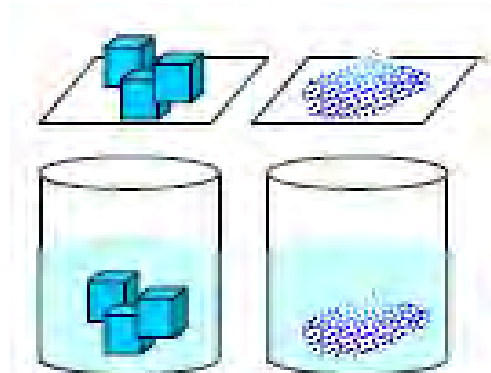
Perubahan suhu (100 – 20) = 80oC ; Setiap 10oC harga k naik = 2 kali lipat, Perubahan suhu (100 – 20) didapat suhu: (80/10) : 8 x 2 =16 kali lipat lebih cepat,

d) Faktor-faktor yang mempengaruhi kecepatan reaksi

Berlangsungnya sebuah reaksi banyak dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti, luas permukaan zat yang bereaksi, konsentrasi zat yang bereaksi, suhu, tekanan dan volume serta katalisator.

(1). Luas permukaan.

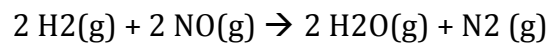
Untuk memahami pengaruh luas permukaan suatu zat dapat diikuti dengan cara membandingkan proses pelarutan. Jika kita melarutkan garam dalam bentuk bongkahan dengan yang berbentuk kristal halus, mana yang lebih cepat larut ?.

Kita sepakat bahwa kristal halus lebih cepat melarut, hal ini terjadi karena pada kristal halus luas permukaan lebih besar dan menyebabkan tumbukan antara molekul garam dan air lebih mungkin terjadi. Sehingga kecepatan reaksi lebih besar pula gambar 14. Berikut ini .

Gambar 14. Besar & kecilnya luas permukaan zat yang akan bereaksi berengaruh terhadap kecepatan reaksi.

(2). Konsentrasi

Pengaruh konsentrasi dapat kita perjelas dengan mereaksikan zat A dan zat B. Zat tersebut akan mengalami tumbukan antara partikelnya dan terjadi reaksi. Makin besar konsentrasi tersebut makin banyak partikel-partikelnya. Hal ini sangat memungkinkan untuk meningkatkan jumlah tumbukan persatuan waktunya.

Sehingga semakin besar konsentrasinya akan meningkatkan kecepatan reaksi. Dalam sebuah eksperimen reaksi antara gas hidrogen dan gas nitrogen monoksida dengan reaksi :

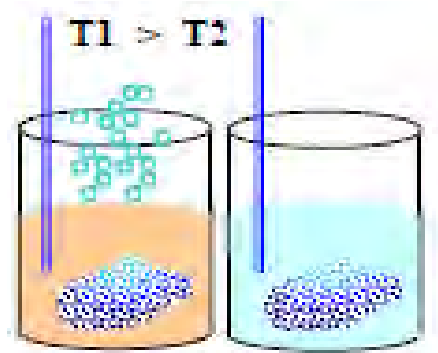
$2 H2(g) + 2 NO(g) \rightarrow 2 H2O(g) + N2 (g)$

Diperoleh kecepatan reaksinya $v = k [H2].[NO]2$

Ketika eksperimen diubah dimana konsentrasi nitrogen monoksida diperbesar 2 kali lipat, maka kecepatan reaksipun berubah besarnya.

(3). Suhu

Secara umum, kecepatan reaksi bertambah besar jika suhu reaksi kita naikan, lebih mudah melarutkan satu sendok garam ke dalam satu gelas air panas, dibandingkan dengan melarutkan satu sendok garam ke dalam satu gelas air es.

Hal ini disebabkan karena ***meningkatnya suhu akan meningkatkan energi kinetik molekul-molekul yang bereaksi***. Molekul-molekul dengan energi kinetik yang bertambah ini bila saling bertumbukan akan menghasilkan energi tumbukan yang cukup besar untuk memutuskan ikatan-ikatan antara atom-atom dalam molekul tersebut, sehingga terjadi reaksi. Berdasarkan persamaan reaksi, kecepatan reaksi ditentukan oleh harga k yaitu tetapan kecepatan reaksi. Harga k sangat tergantung oleh besarnya ***energi aktifasi*** dan ***suhu.*** Energi aktifasi didefinisikan

sebaga energi terendah yang diperlukan untuk mencari keadaan dimana reaksi dapat berlangsung, lihat Gambar 15.

Gambar 15. Pelarutan garam pada berbagai suhu.

Hubungan antara tetapan kecepatan reaksi ini dengan kenaikan suhu dirumuskan oleh Archenius sebagai berikut:

$$k = A \ e^{\frac{Ea}{RT}}$$

k = konstanta kecepatan reaksi

A = tetapan Archenius

Ea = energi pengaktifan

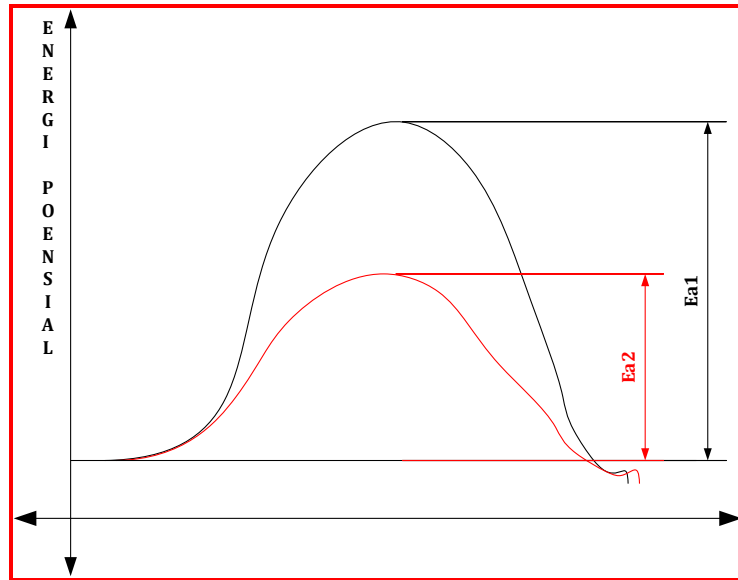
R = tetapan gas umum

T = suhu mutlak

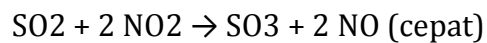
Arhenius juga mengamati didalam eksperimennya khusus reaksi-reaksi yang berlangsung pada temperatur dibawah 300°C, kenaikan suhu sebesar 10°C akan menaikkan tetapan kecepatan reaksi menjadi dua kali, sehingga kecepatan reaksinyapun meningkat dua kali.

(4). Katalisator

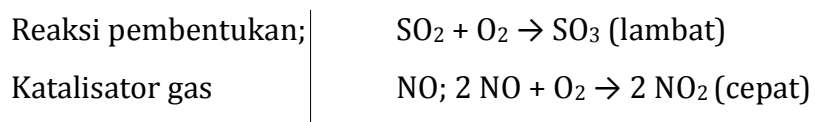
Faktor lain yang mempengaruhi kecepatan reaksi adalah katalisator. Proses berlangsung reaksi dengan adanya katalisator dikenal dengan proses kalisa. Katalisator dalam reaksi kimia

berperan untuk menurunkan energi aktifasi, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 16.

Gambar 16. Penurunan energi aktifitas karena pemberian katalis.

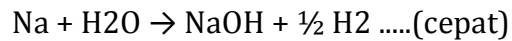
Dalam sebuah reaksi, katalisator dapat terlibat dalam reaksi namun tidak mempengaruhi hasil reaksi, seperti persamaan reaksi dibawah ini.

SO2 + 2 NO2 → SO3 + 2 NO (cepat)

Beberapa katalisator lain yang dipergunakan dalam industri adalah *V_2O_5 dalam pembuatan asam sulfat* dan *$AlCl_3$ dalam pembuatan Toluen*. Katalisator ada dua jenis, yang mempercepat reaksi dan ada yang memperlambat reaksi dan disebut dengan inhibitor.

Cara kerja inhibitor merupakan kebalikan dari katalisator yaitu meningkatkan energi aktifasi Sebagai contoh adalah reaksi logam Natrium dengan air, kehadiran logam air raksa memperlambat reaksi, seperti reaksi dibawah ini:

Reaksi pembentukan;	$SO_2 + O_2 \rightarrow SO_3$ (lambat)
Katalisator gas	NO; $2\ NO + O_2 \rightarrow 2\ NO_2$ (cepat)

Pembentukan SO_3 dengan katalisator gas NO

$Na + H_2O \rightarrow NaOH + \frac{1}{2} H_2$ .....(cepat)

$Na + H_2O$ ———→ $NaOH + \frac{1}{2} H_2$ ....(lambat)

Autokatalis adalah katalisator yang terbentuk dengan sendirinya dalam suatu reaksi. Misal dalam reaksi $KMnO_4$ dan $H_2C_2O_4$ reaksi ini makin lama makin cepat karena terbentuk Mn^{2+} yang merupakan katalisator bagi reaksi tersebut.

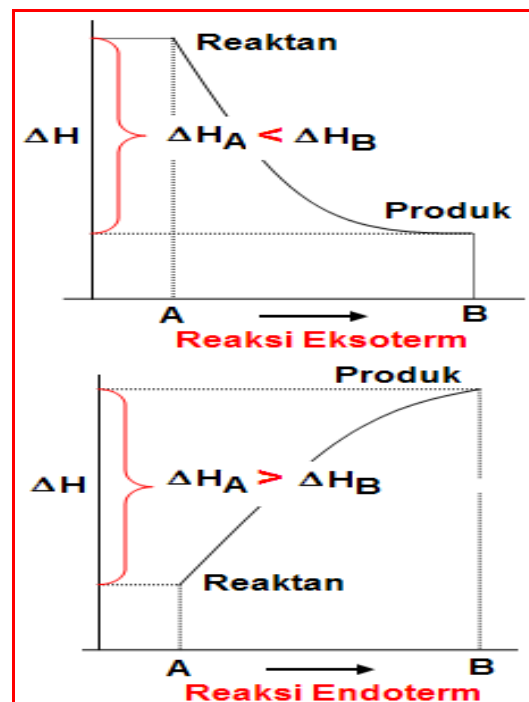
(5). Energi.

Dalam pendahuluan kita telah memperkenalkan bahwa perubahan atau reaksi kimia selalu disertai dengan perubahan energi. Sebuah reaksi kimia yang terjadi apabila diikuti dengan pelepasan energi atau menghasilkan energi, reaksi ini dikenal dengan eksoterm, sebaliknya reaksi kimia terjadi apabila kedalamnya diberikan energi atau reaksi membutuhkan energi dikenal dengan reaksi endoterm.

Gambar 17. Reaksi kimia eksothermis yang menghasilkan energi panas.

Ada juga dalam bentuk listrik (*electro*), sehingga pengkajian reaksi kimia dan energi yang menyertai reaksi dalam bentuk panas dikenal dengan termokimia sedangkan energi dalam bentuk listrik dikenal dengan elektrokimia.

(6). Termokimia

Untuk membahas energi dalam reaksi kimia, pertamatama perlu kita fahami tentang kandungan energi dalam sebuah benda. Kita sendiri tidak tahu berapa besar energi yang kita miliki, namun kita tahu berapa besar energi (kalori) yang masuk kedalam tubuh melalui makanan atau pertambahan energi, begitupula kita dapat mengukur berapa besarnya energi yang kita keluarkan untuk mengangkat 50 kg beras atau terjadinya penurunan energi. Oleh sebab itu pengukuran energi selalu menggunakan perubahan energi.

Gambar 18. Konsep enthalpi dalam perubahan suatu zat.

Entalphi (H) didefinisikan sebagai kandungan energi dari suatu zat pada tekanan tetap. Karena tidak mungkin mengukur entalphi, maka yang kita ukur selalu perubahan entalphi (ΔH).

Untuk lebih mudahnya kita cermati kejadian ini, beberapa gram kostik soda dimasukan kedalam gelas yang berisi air, dan diaduk, dan proses pelarutan terjadi dalam hal ini terjadi reaksi antara air dan kostik soda. Apa yang terjadi? Reaksi ini meghasilkan panas. Dalam hal ini, panas berpindah dari system ke lingkungan. Proses reaksi ini dapat disederhanakan dalam persamaan reaksi dibawah ini :

NaOH+H2O →larutan NaOH & panas pengenceran

Jika reaksi berlangsung dari zat A berubah menjadi zat B, maka Δ *H*, selalu diukur dari *H* hasil – *H* reaktan, sehingga secara umum : Δ*H* = *H* B - *H* A, perhatikan Besarnya perubahan entalphi pembentukan suatu zat telah diukur secara eksperimen, pengukuran Δ*H* pada 25*o*C 1atm dinyatakan sebagai Δ*Ho (perubahan entalphi standar)*

Persamaan reaksi dapat dilengkapi dengan informasi energi yang menyertainya, umumnya dituliskan dengan menambahkan informasi perubahan energi (ΔH) disebelah kanannya. Berdasarkan ΔH kita dapat bagi menjadi dua jenis reaksi yaitu reaksi eksoterm dan endoterm, Reaksi Eksoterm adalah reaksi yang menghasilkan panas/kalor. Pada reaksi inin ΔH bernilai negatif, sehingga ΔH produk lebih kecil dibandingkan dengan ΔH reaktan.

Reaksi endoterm merupakan reaksi yang menyerap panas, ΔH reaksi ini bernilai positif, sehingga ΔH produk lebih besar dibandingkan dengan ΔH reaktannya.

CO2 + 2 SO2 → CS2 + 3 O2 ΔH= +1062.5 kJ/mol

Dalam termokimia satuan untuk ΔH yang lazim digunakan adalah satuan menurut IUPAC yaitu kJ mol-1, namun sering juga

dipergunakan satuan lain yaitu kalori (kal) atau kilo kalori (Kkal). Hubungan antara kedua satuan tersebut adalah:

1 kJ/mol = 0.24 Kkal/mol.

(7). Hukum-hukum dalam Termokimia

Dalam mempelajari reaksi kimia dan energi kita perlu memahami hukum-hukum yang mendasari tentang perubahan dan energi.

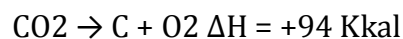
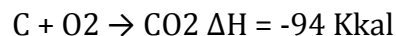
- ***Hukum kekekalan energi***

  Dalam perubahan kimia atau fisika energi tidak dapat diciptakan atau dimusnahkan, energi hanya dapat diubah dari satu bentuk ke bentu lainnya. Hukum ini merupakan hukum termodinamika pertama dan menjadi dasar pengembangan hukum tentang energi selanjutnya, seperti konversi energi.

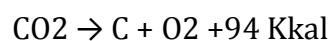
- ***Hukum Laplace***

  Hukum ini diajukan oleh Marquis de Laplace dan dia menyatakan bahwa jumlah kalor yang dilepaskan dalam pembentukan sebuah senyawa dari unsur-unsurnya sama dengan jumlah kalor yang dibutuhkan untuk menguraikan senyawa tersebut menjadi unsur-unsurnya. Panjabaran dari hukum ini untuk entalphi reaksi ΔH dan kalor reaksi;

  $C + O2 \rightarrow CO2$ $\Delta H = -94$ Kkal

  $CO2 \rightarrow C + O2$ $\Delta H = +94$ Kkal

  Sedangkan untuk kalor reaksi,

  $C + O2 \rightarrow CO2$ -94 Kkal

  $CO2 \rightarrow C + O2$ +94 Kkal

  Untuk reaksi pertama, unsur C bereaksi dengan gas oksigen menghasilkan karbondioksida dan kalor sebesar 94 Kkal.

Sedangkan reaksi kedua karbondioksida terurai menjadi unsur C dan gas oksigen dengan membutuhkan kalor sebesar 94 Kkal.

Dari sisi tanda, tampak jelas perbedaan antara entalphi reaksi dengan kalor reaksi, jika entalphi bernilai positif maka kalor reaksi bernilai negatif, demikian pula sebaliknya jika entalphi negatif maka kalor reaksi positif.

- ***Hukum Hess***

  Hukum ini diajukan oleh Germain Hess, dia menyatakan

  bahwa entalphi reaksi (ΔH) hanya tergantung pada keadaan awal reaksi dan hasil reaksi dan tidak bergantung pada jalannya reaksi.

  $\Delta H_{reaksi} = \Delta H_{produk} - \Delta H_{reaktan}$

  Jika suatu reaksi merupakan penjumlahan aljabar dari dua atau lebih reaksi, maka perubahan entalphi (ΔH) atau kalor reaksinya juga merupakan penjumlahan aljabar dari (ΔH) yang menyertai reaksi. Sebagai comtoh :

  Berdasarkan persamaan reaksi gas karbon dioksida dapat terbentuk melalui dua tahap, yaitu :

  Tahap 1:pembentukan karbonmonoksida dari unsur - unsurnya.

  Tahap 2 : Proses oksidasi dari karbonmonoksida menjadi karbondioksida.

  Penjumlahan aljabar ΔH*reaksi* dari setiap tahap reaksi juga dilakukan sesuai dengan tahap reaksi, maka ΔH*reaksi* dari pembentukan gas Karbon dioksida juga dapat dilakukan. Berdasarkan berbagai jenis reaksi, maka kita juga dapat mengembangkan jenis kalor reaksi atau ΔH yang disesuaikan dengan jenis reaksinya.

Enthalphi reaksi (dH)
Kalor Reaksi

Reaksi Pembentukan	**(dH) Pembentukan Kalor pembentukan**
Reaksi penguraian	**(dH) Penguraian Kalor Penguraian**
Reaksi Pembakaran	**(dH) Pembakaran kalor pembakaran**
Reaksi penetralan	**(dH) Penetralan kalor Penetralan**

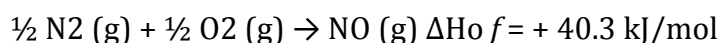
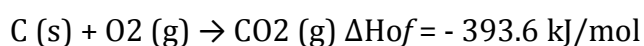
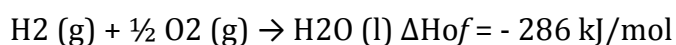
Gambar 19. Enthalpi dari beberapa proses pengolahan.

- **ΔH pembentukan**

  Entalphi pembentukan adalah entalphi reaksi pembentukan satu mol senyawa dari unsurunsurnya. Entalphi pembentukan standar ($\Delta H^o f$) adalah entalphi reaksi pembentukan yang diukur pada 25oC dengan tekanan 1 atm. Dari definisi tersebut yang perlu kita cermati adalah pembentukan satu mol senyawa, dari unsurunsurnya, perhatikan contoh;

  $H_2 (g) + \frac{1}{2} O_2 (g) \rightarrow H_2O (l) \quad \Delta H^o f = - 286$ kJ/mol

  $C (s) + O_2 (g) \rightarrow CO_2 (g) \quad \Delta H^o f = - 393.6$ kJ/mol

  $\frac{1}{2} N_2 (g) + \frac{1}{2} O_2 (g) \rightarrow NO (g) \quad \Delta H^o f = + 40.3$ kJ/mol

  Dari reaksi yang dibentuk satu mol air, sedangkan koofisien unsur-unsurnya mengikuti persamaan reaksinya saja, jika yang dibentuk 2 mol senyawa air maka entalphi reaksinya juga meningkat dua kalinya. Harga entalphi pembentukan standar menjadi dasar dalam perhitungan harga-harga entalphi lainnya, dapat dilihat dari beberapa tabel di buku buku Referensi/Text Book.

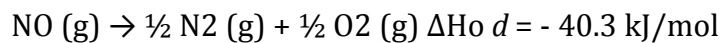
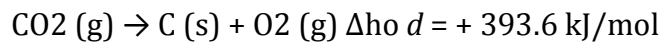
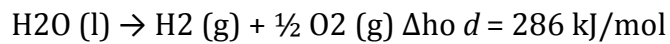
- **ΔH penguraian**

  Entalphi penguraian merupakan kebalikan dari entalphi pembentukan, yaitu entalphi reaksi penguraian dari satu mol senyawa menjadi unsurunsurnya.

  Jika pengukuran entalphi pada keadaan 25oC dengan tekanan 1 atm, maka kita akan dapatkan entalphi penguraian standar (ΔH0 *d*).

  H2O (l) → H2 (g) + ½ O2 (g) Δho *d* = 286 kJ/mol

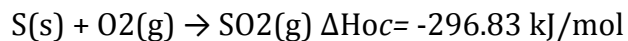
  CO2 (g) → C (s) + O2 (g) Δho *d* = + 393.6 kJ/mol

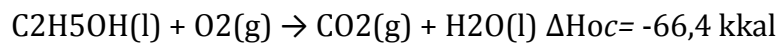
  NO (g) → ½ N2 (g) + ½ O2 (g) ΔHo *d* = - 40.3 kJ/mol

  Tampak jelas dari reaksi bahwa harga entalphi pembentukan berlawanan dengan entalphi penguraian.

- **ΔH pembakaran**

  Entalphi pembakaran standar adalah entalphi reaksi pembakaran sempurna satu mol senyawa dengan oksigen yang diukur pada keadaan 25oC dengan tekanan 1 atm, lambang entalphi pembakaran standar adalah ΔHo*c*. Contoh eltalphi pembakaran standar adalah untuk

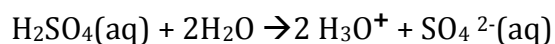
  pembakaran unsure adalah :

  S(s) + O2(g) → SO2(g) ΔHo*c*= -296.83 kJ/mol

  Dan untuk pembakaran senyawa :

  C2H5OH(l) + O2(g) → CO2(g) + H2O(l) ΔHo*c*= -66,4 kkal

- **ΔH pelarutan**

  Entalphi pelarutan adalah entalphi reaksi pelarutan dari satu mol senyawa ke dalam pelarut dan menjadi larutan encer. Entalphi pelarutan standar hasil pengukuran pada 25oC dengan tekanan 1 atm dilambangkan dengan Δho*s*.

Jika kita mengencerkan asam sulfat ke dalam air, maka secara perlahan-lahan kita memipet asam sulfat dan meneteskannya secara tidak langsung ke air melalui dinding tabung reaksi. Jika kita pegang dinding tabung reaksi akan terasa hangat. Hal ini mengindikasikan bahwa proses pengenceran asam sulfat melepaskan panas dengan persamaan reaksi;

$H_2SO_4(aq) + 2H_2O \rightarrow 2\ H_3O^{+} + SO_4{}^{2-}(aq)$

$\Delta Ho s = -\ 909.27$ kJ/mol

Perhitungan energi dalam bentuk kalor reaksi maupun entalphi dapat dilakukan dengan cara lain.

Hal ini didasari pada prinsip reaksi yaitu penataan ulang ikatan kimia dari zat-zat yang bereaksi. Sehingga proses penghitungan energi dapat menggunakan energi ikat dari senyawa yang terlibat dalam reaksi tersebut. Dalam laboratorium, eksperimen dapat dilakukan untuk mengukur ΔH dengan menggunakan calorimeter. Alat ini bekerja berdasarkan azas Black dimana kalor yang dilepaskan sama dengan kalor yang diterima. Jika zat A suhu x oC dengan zat B dengan suhu yang sama X oC, setelah bercampur dihasilkan zat C yang suhu meningkat menjadi z ^{o}C .

Terjadi perubahan suhu sebesar Δt = (z-x) oC. Perubahan mengindikasikan bahwa reaksi menghasilkan panas. Perhitungan entalphi dapat diketahui dengan persamaan: $\boldsymbol{q = m \cdot c \cdot \Delta t}$

q: Kalor reaksi

m : massa zat (gram)

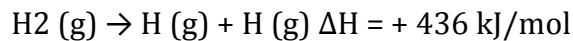
Δt : perubahan suhu (oC)

c : Kalor jenis zat cair (J/g oC).

- **Energi Ikatan**

  Energi ikatan atau energi ikat merupakan energi yang dipergunakan untuk memutuskan ikatan antar atom dari satu mol senyawa dalam bentuk gas dan dihasilkan atom-atom gas.

  Perhatikan reaksi penguraian gas hidrogen berikut;

  $H_2 (g) \rightarrow H (g) + H (g)$ $\Delta H = + 436$ kJ/mol

  Dari persamaan tampak bahwa gas H2 terputus ikatan dan menjadi-atom H dalam bentuk gas. Untuk memutuskan 1 mol H2 diperlukan energi sebesar 436 kJ.

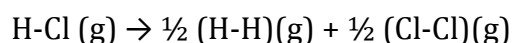
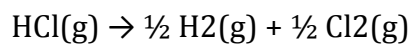
$$\Delta H = \Sigma \text{ Energi ikat senyawa yang diputus} - \Sigma \text{ Energi ikat senyawa yang dibentuk}$$

Tabel 6. Energy Ikat Antar Atom Dari Beberapa Senyawa.

Ikatan	Energi Ikatan Rata Rata (Kj/Mol)
H – Cl	433
Cl – Br	218,3
Cl – I	210,3
N-H	391
O-H	463

Tentukan entalphi reaksi dari peruraian 73 gram Asam Klorida (HCl) dalam bentuk uap, dimana Ar dari atom H :1 dan Cl : 35.5.

Diketahui berat HCl = 73 gram, Mr dari HCl = 36.5 Data energi ikat H-Cl = 433 kJ/mol, H-H = 436 kJ/mol dan Cl-Cl : 342.6 kJ/mol.

Selanjutnya kita tuliskan persamaan reaksinya

$HCl(g) \rightarrow \frac{1}{2} H_2(g) + \frac{1}{2} Cl_2(g)$

$H\text{-}Cl (g) \rightarrow \frac{1}{2} (H\text{-}H)(g) + \frac{1}{2} (Cl\text{-}Cl)(g)$

$$\Delta H = \Sigma \text{ Energi ikat senyawa yang diputus} - \Sigma \text{ Energi ikat senyawa yang dibentuk}$$

ΔH = 433 – {(½ . 436) + (½ . 342.6)}

ΔH = 43.7 kJ/mol, Energi yang dibutuhkan adalah kJ **untuk setiap molnya**.

$$\text{mol} = \frac{\text{Berat HCl}}{\text{Mr HCl}} \Rightarrow \text{mol} = \frac{73}{36.5} = 2 \text{ mol}$$

Untuk 2 mol HCl, dibutuhkan energi sebesar

ΔH = 87.4 kJ.

Eksplorasi

Lakukanlah pembagian kelompok dalam kelas, bagikan untuk tiap kelompok untuk mengamati panas pengenceran dengan bahan bahan sebagai berikut:

a. Kostik soda

b. Kapur gamping

c. Bahan belerang alami

d. Soda abu.

Dengan cara menggunakan kalori meter sederhana, catat perubahan suhu atau panas yang dihasilkan.!

Mengasosiasi

Jelaskan hubungan antara bahan batuan tambang dengan pH dari larutan, panas yang ditimbulkan !!

Mengkomunikasi

Sampaikan kepada kelompok – kelompok yang lain mengenai hasil pengamatan dan identifikasi tersebut, samakah pendapat anda dengan pendapat kelompok kelompok yang lain?

b. Penyelesaian Necara Massa & Energi Dalam Skala Industri

Pada proses industri selalu ada perencanaan untuk mendapatkan produk dalam jumlah tertentu, berapa kebutuhan bahan baku, bahan penolong untuk kepentingan tersebut. Ini dibutuhkan ketrampilan dalam menyelenggarakan perhitungan untuk mendapatkan hasil sesuai dan harapan yang diinginkan.

Demikian juga dengan neraca energi juga mengalami kestimbangan:

$$\textbf{Energi masuk (energi dalam)} + \textbf{Energi yang dibangkitkan} = \textbf{Energi keluar}$$

Kesetimbangan Energi (neraca energi) berbeda dengan kestimbangan (neraca massa) sebab total massa dapat langsung diketahui dengan sisa bahan yang ada, namun neraca energi sangat sulit digambarkan secara langsung dan visual.

Sebagai gambaran konsekeunsi dari masalah ini adalah energi panas dari massa yang menimbulkan panas yang digambarkan dengan kondisi standart dari suhu atau temperaturnya, sebagai contoh untuk panas relatif dari air pada suhu 273 ^{0}K (32^{0}F) dengan kondisi kestimbangan tekanan adalah tekanan uapnya.

Untuk mempermudah dari kompleksnya persoalan yang muncul, sistem material atau neraca massa diselesaikan terlebih dahulu dengan pendekatan sistematik dari prsoalan yang muncul dengan melihat variabel independen yang belum diketahui.

Beberapa teknik dalam menyelesaikan persoalan mengenai neraca massa dan energi ini adalah tahap demi tahap mengikuti alur sebagai berikut :

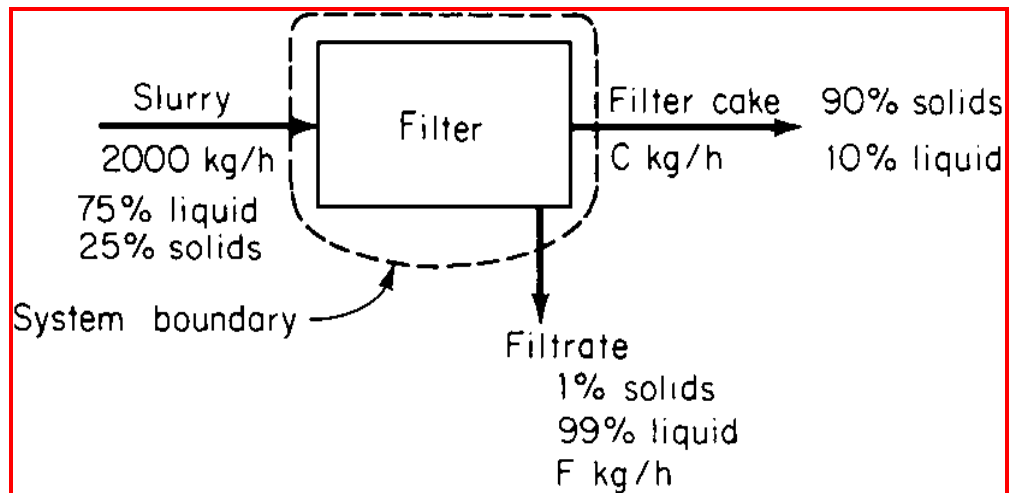
(1). Kondisi Persoalan Yang Ada Dalam Proses.
(2). Data – Data Yang Diketahui.
(3). Gambarkan Sketsa Dari Sistem Proses dan diagram alirnya dari masuk dan keluar (F-masuk = F - keluar + akumulasi).
(4). Difinisikan Sistem Proses Dan Lingkungan Kondisi Proses.
(5). Tetapkan Basis Perhitungan Untuk Menentukan Parameter Perhitungan.
(6). Tuliskan Neraca Massa dari system proses.
(7). Tuliskan Necara Massa seluruhnya dari proses tersebut.
(8). selesaikan persamaan prosesnya.
(9). selesaikan persamaan prosesnya.

1). Perhitungan neraca massa.

Untuk menghitungan suatu rangkaian proses dalam industry kimia, diperlukan ketrampilan dalam menghitung proses produksi maupun perancangn proses produksi. Ketrampilan ini diperlukan karena adanya factor konversi satuan. Sebagai contoh dalam perhitungan berikut ini.

Suatu slurry mengandung 25 % padatan yang terlarut, dimana padatan tersebut masuk ke filter, padatan yang terbentuk (cake) pada filter mengandung containing 90 %. Dan cairan yang keluar dari filter mengandung padatan sebesar 1 %. Neraca Massa (Material balance) sekitar filter adalah 2000 kg/jam. Berapakah kecepatan dari filtrate dan cake yang terbentuk?

- **Prosedur Perhitungan.**
- Langkah 1: Buatlah Sketsa Dari System, Dengan Melihat Data Yang Ada Dan Dibutuhkan, Mengidikasi Data Yang Belum Diketahui, Dengan Melihat Lingkungan System & Menentukan Basis perhitungan Proses.

Dari soal diatas diketahui bahwa tidak reaksi kimia pada proses filtrasi tersebut sehingga langkah yang diambil adalah menentukan kondisi neraca massa yang masuk dan yang keluar dengan mengamati data yang diberikan.

Gambar 20. Sketsa dari proses filtrasi

- Untuk diperhatikan jika system prosesnya adalah kontinu maka basis perhitung adalah kecepatan massa per unit waktu, misalnya 100 kg/jam
- Untuk system batch maka unit perhitungan yang digunakan adalah tiap bachnya missal dalam 1 jam untuk tiap batch.

2). Mengatur Dan Menyelesaikan Persamaan Neraca Massa .

Pada kondisi proses berjalan secara steady state maka tidak ada massa yang tertinggal (akumulasi = 0). ada 2 variabel yang belum diketahui yaitu C dan F yang merupakan variable independen dari persamaan neraca massa . ditentukan basis perhitungan dari proses tersebut.

- Neraca masa total :

  Filtrate keluar + cake keluar = slurry masuk.

  $F + C = 2000$ kg/h (4400 lb/h).

- Kestimbangan Cairan (fraksi massa cair) :

  Liquid in filtrate + liquid in cake = liquid in slurry, atau (fraksi cairan dalam filtrate)(jumlah filtrate total) + (fraksi cairan dari cake)(mass of cake) = (fraksi massa slurry)(mass of slurry), atau

  $(1.0 - 0.01)F + (1.0 - 0.90)C = (1.0 - 0.25)(2000)$.

- Menggambungkan neraca massa total : $F + C = 2000$
  Dengan fraksi cairan : $0.99F + 0.1C = 1500$,
  Nilai F didapat 1460.7 kg/h (3214 lb/h) pada filtrate (F) dan
  nilai dari C = 539.3 kg/h (1186 lb/h) dari cake.

1) Pengecheckan hasil yang diperoleh.

   Pada kondisi proses berjalan secara steady state maka tidak ada massa yang tertinggal (akumulasi = 0). ada 2 variabel yang belum diketahui yaitu C dan F yang merupakan variable independen dari persamaan neraca massa . ditentukan basis perhitungan dari proses tersebut.

   - Neraca masa total :
     Filtrate keluar + cake keluar = slurry masuk.
     $F + C$ = 2000 kg/h (4400 lb/h).
   - Kestimbangan Cairan (fraksi massa cair) :
     Liquid in filtrate + liquid in cake = liquid in slurry, atau (fraksi cairan dalam filtrate)(jumlah filtrate total) + (fraksi cairan dari cake)(mass of cake) = (fraksi massa slurry)(mass of slurry), atau
     $(1.0 - 0.01)F + (1.0 - 0.90)C = (1.0 - 0.25)(2000)$.
   - Menggambungkan neraca massa total : $F + C = 2000$
     Dengan fraksi cairan : $0.99F + 0.1C = 1500$,
     Nilai F didapat 1460.7 kg/h (3214 lb/h) pada filtrate (F) dan nilai dari C = 539.3 kg/h (1186 lb/h) dari cake.

2) Pengechekan hasil

   Teknik yang digunakan untuk perhitunngan tersebut dilakukan dengan memasukkkan kedalam rumus perhitungan tersebut. Dengan memasukan hasil tersebut akan didapat
   (padatan dalam filtrate) + (padatan dalam cake) = padatan dalam slrry. → $0.01(1460.7) + 0.9(539.3) = 0.25(2000)$.

Mengasosiasi - Mengkomunikasi
Buatlah kesimpulan dari hasil pengamatan, diskusi dan eksplorasi yang telah anda lakukan, lalu sampaikan dalam kelas hasil pengamatan anda!

3. Tugas.

Lakukalah pengamatan kalau diperlukan sampai dengan percobaan bersama kelompok anda ! carilah informasi sebanyak mungkin untuk berbagai macam konversi dan kestimbangan kimia pada proses industri kimia sederhana! Lakukanlah diskusi dengan kelompok lain tentang proses perpindahan bahan dan produk pada phase cair, padat dan gas.

4. Refleksi.

Isilah pernyataan berikut ini sebagai refleksi pembelajaran!

a Dari hasil kegiatan pembelajaran apa saja yang telah anda peroleh dari aspek pengetahuan, keterampilan dan sikap?

b Apakah anda merasakan manfaat dari pembelajaran tersebut, jika ya apa manfaat yang anda peroleh? jika tidak mengapa?

c Apa yang anda rencanakan untuk mengimplementasikan pengetahuan, keterampilan dan sikap dari apa yang telah anda pelajari?

d Apa yang anda harapkan untuk pembelajaran berikutnya?

5. Tes Formatif.

1. Massa zat sebelum dan sesudah reaksi adalah sama, pernyataan ini dikemukakan oleh:
   a. Dalton
   b. Gay Lussac
   c. Avogadro
   d. Lavoisier
2. Pada temperatur dan tekanan yang sama 1 mol setiap gas mempunyai volume yang sama. Pernyataan ini dikemukakan oleh:
   a. Dalton
   b. Gay Lussac
   c. Avogadro
   d. Proust
3. Ada dua senyawa dari Fe dan S masing-masing adalah FeS dan Fe_2S_3 maka perbandingan massa S dalam kedua senyawa itu untuk Fe yang tetap adalah:
   a. 112 : 64
   b. 56 : 32
   c. 2 : 1
   d. 1 : 2
4. Contoh reaksi penguraian yang benar adalah
   a. $MnO_4^- \rightarrow Mn^{2+} + 4\ H_2O$
   b. $NO_3^- \rightarrow NO_2$
   c. $4\ Fe + 3\ O_2 \rightarrow 2\ Fe_2O_3$
   d. $CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2$

C. Penilaian.

1. Penilaian Sikap.

INSTRUMEN PENILAIAN PENGAMATAN SIKAP
DALAM PROSES PEMBELAJARAN

Petunjuk :

Berilah tanda cek (√) pada kolom skor sesuai sikap yang ditampilkan oleh peserta didik, dengan kriteria sebagai berikut :

Nama Peserta Didik : ....

Kelas : ....

Topik : ....

Sub Topik :..........................

Tanggal Pengamatan : ....

Pertemuann ke : ....

No	Aspek Pengamatan	Skor				Keterangan
		1	2	3	4	
1	Sebelum memulai pelajaran, berdoa sesuai agama yang dianut siswa					
2	Interaksi siswa dalam konteks pembelajaran di kelas					
3	Kesungguhan siswa dalam melaksanakan praktek					
4	Ketelitian siswa selama mengerjakan praktek					
5	Kejujuran selama melaksanakan praktek					
6	Disiplin selama melaksanakan praktek					
8	Tanggung jawab siswa mengerjakan praktek					
9	Kerjasama antar siswa dalam belajar					
10	Menghargai pendapat teman dalam kelompok					
11	Menghargai pendapat teman kelompok lain					
12	Memiliki sikap santun selama pembelajaran					
	Jumlah					
	Total					
	Nilai Akhir					

Kualifikasi Nilai pada penilaian sikap

Skor	Kualifikasi
1,00 – 1,99	Kurang
2,00 – 2,99	Cukup
3,00 – 3,99	Baik
4,00	Sangat baik

$$\mathbf{NA} = \frac{\sum \mathbf{skor}}{\mathbf{12}}$$

**RUBIK PENILAIAN PENGAMATAN SIKAP
DALAM PROSES PEMBELAJARAN**

ASPEK	KRITERIA	SKOR
A. Berdoa sesuai agama yang dianut siswa	Selalu tampak	4
	Sering tampak	3
	Mulai tampak	2
	Belum tampak	1
B. Interaksi siswa dalam konteks pembelajaran	Selalu tampak	4
	Sering tampak	3
	Mulai tampak	2
	Belum tampak	1
C. Ketelitian siswa selama mengerjakan praktek	Selalu tampak	4
	Sering tampak	3
	Mulai tampak	2
	Belum tampak	1
D. Kejujuran selama melaksanakan praktek	Selalu tampak	4
	Sering tampak	3
	Mulai tampak	2
	Belum tampak	1
E. Disiplin selama melaksanakan praktek	Selalu tampak	4
	Sering tampak	3
	Mulai tampak	2
	Belum tampak	1

F. Memiliki sikap santun selama pembelajaran	Selalu tampak	4
	Sering tampak	3
	Mulai tampak	2
	Belum tampak	1
G. Tanggung jawab siswa mengerjakan praktek	Selalu tampak	4
	Sering tampak	3
	Mulai tampak	2
	Belum tampak	1
H. Kesungguhan dalam mengerjakan tugas	Selalu tampak	4
	Sering tampak	3
	Mulai tampak	2
	Belum tampak	1
I. Kerjasama antar siswa dalam belajar	Selalu tampak	4
	Sering tampak	3
	Mulai tampak	2
	Belum tampak	1
J. Menghargai pendapat teman dalam kelompok	Selalu tampak	4
	Sering tampak	3
	Mulai tampak	2
	Belum tampak	1
K. Menghargai pendapat teman dalam kelompok	Selalu tampak	4
	Sering tampak	3
	Mulai tampak	2
	Belum tampak	1

DAFTAR NILAI SISWA ASPEK SIKAP DALAM PEMBELAJARAN

TEKNIK NON TES BENTUK PENGAMATAN

Nama Peserta Didik : ....

Kelas : ....

Topik : ....

Sub Topik :..........................

Tanggal Pengamatan : ....

Pertemuan ke : ....

No	Nama Siswa	Skor Aktivitas Siswa											Jml	NA
		Aspek Sikap												
		Berdoa sebelum	Interaksi	Ketelitian	Kejujuran	Disiplin	Santun	Tanggungjawab	Kesungguhan	Kerjasama	Menghargai dlm klpk	Menghargai klpk lain		
1														
2														
3														
4														
5														

DAFTAR NILAI SISWA ASPEK SIKAP DALAM PEMBELAJARAN

PENILAIAN DIRI

Nama Peserta Didik : ....

Kelas : ....

Topik : ....

Sub Topik :..........................

Tanggal Pengamatan : ....

Pertemuan ke : ....

Tabel Cek list penilaian diri !

NO	PERNYATAAN	YA	TIDAK
1	Saya mampu mengidentifikasi kestimbangan reaksi dalam proses kimia industri.		
2	Saya mampu mengidentifikasi stokiometri dan konversi dalam proses idustri kimia sederhana.		
3	Saya bisa mengidentifikasi penambahan katalis dan reaksi bergeser kekiri/kekanan dalam proses industri kimia sederhana.		
4	Saya bisa mengidentifikasi reaksi eksotermis dan endothermis dalam proses industry kimia sederhana		
5	Saya bisa mengidentifikasi order reaksi pada proses industry kimia		

2. Penilaian Pengetahuan

1. Gambarkan dan jelaskan kestimbangan reaksi dalam proses kimia industri. !
2. Sebutkan stokiometri dan konversi dalam proses idustri kimia sederhana
3. Sebutkan prinsip kerja katalis dalam proses industry kimia sederhana !
4. Sebutkan prinsip kerja suatu reaksi bergeser kekiri atau kekanan !
5. Jelaskan prinsip penentuan dari order reaksi
6. Tentukan dalm suatu reaksi berjalan eksotermis dan endotermis.

3. Penilaian Keterampilan

INSTRUMEN PENILAIAN PENGAMATAN ASPEK KETERAMPILAN
DALAM PROSES PEMBELAJARAN

Nama Peserta Didik : ....
Kelas : ....
Topik : ....
Sub Topik :..........................
Tanggal Pengamatan : ....
Pertemuan ke : ....

Petunjuk :
Berilah tanda cek (√) pada kolom skor sesuai sikap yang ditampilkan oleh peserta didik, dengan kriteria sebagai berikut :

No	Aspek Yang Dinilai	Skor				Ket
		1	2	3	4	
1.	Membaca buku bacaan / sumber belajar lainnya sebelum pelajaran					
2.	Memahami konsep 5M dalam pembelajaran					
3.	Mengaplikasikan kegiatan 5M yang dicantumkan					
4.	Identifikasi proses kestimbangan reaksi dan system stokiometrinya.					
5.	Identifikasi penggunaan penambahan katalis dan pengendalian reaksi					
6.	Identifikasi suatu proses agar bergeser kekiri atau kekanan					
7.	Identifikasi sederhana tentang order reaksi					
8.	Identifikasi system reaksi berjalan eksotermis atau endotermis terhadap pemungutan haisil					

9.	Menulis laporan praktek sesuai out line yang dianjurkan					
10.	Menulis laporan dengan memaparkan dan membahas data hasil praktek					

Keterangan skor :

1 : tidak terampil, belum dapat melakukan sama sekali

2 : sedikit terampil, belum dapat melakukan tugas dengan baik

3 : cukup terampil, sudah mulai dapat melakukan tugas dengan baik

4 : terampil, sudah dapat melakukan tugas dengan baik

KEGIATAN PEMBELAJARAN 2. PLUG FLOW DIAGRAM PADA INDUSTRY KIMIA SEDERHANA .

A. Deskripsi.

Menerapkan prinsip dari Simbol . – symbol peralatan yang digunakan untuk proses, menerangkan proses yang terjadi bersama keterangan aliran massa, kondisi proses, dan aliran panas/energi dalam pembuatan diagram alir ***(plug flow diagram)*** dalam proses industri kimia.

B. Kegiatan Belajar.

1. Tujuan Pembelajaran.

Siswa yang mempelajari topik ini diharapkan mampu:

a. Simbol .-Simbol . bejana proses.
b. Simbol .-Simbol . peralatan perpindahan panas dan massa.
c. Instrumen kontrol dan instrumen pendukung proses.
d. Simbol . elektrik pada pabrik kimia

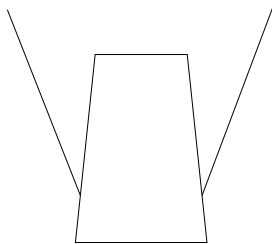
2. Uraian Materi

Dalam dunia industri pengolahan baik industri pangan dan industri non pangan yang semua tercakup dalam industri kimia adalah membaca flow proses pengolahan itu sendiri, flow proses ini menggunakan peralatan peralatan proses baik peralatan besar seperti reaktor, menara distilasi dan lain lainnya juga peralatan kecil seperti pompa, kompresor serta lain lainnya. Dalam mengSimbol .peralatan ini sudah menjadi kesepakatan internasional dengan adanya dokumen anotasi dan symbol peralatan proses engineering dalam industri kimia.

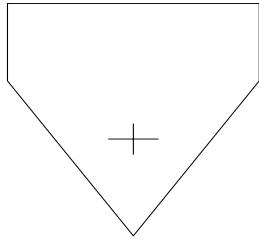
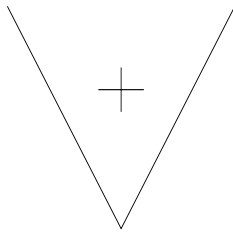
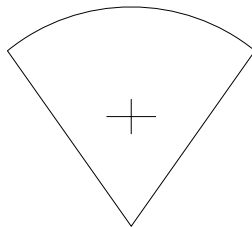
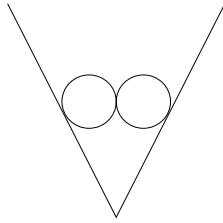
Untuk itu dalam bahasan berikut ini, akan membahas tentang peralatan peralatan tersebut diSimbol .dengan menggunakan Simbol . Simbol . bejana proses, Simbol-Simbol. adanya neraca massa dan necara energi atau panas yang menggambarkan bagaimana proses tersebut dilaksanakan, serta instrumen – instrumen kontrol dan instrumen – instrumen pendukung proses, kemudian juga instrumen elektrikal yang digunakan dalam proses pengolahan tersebut.
Dengan ini diharapkan ilustrasi dan gambaran proses yang real atau nyata bisa dipahami dan dimengerti. Untu ini dalam menggambarkan peralatan – peralatan proses, neraca komponen baik neraca massa dan neraca energi, instrumen kontrol dan Simbol . elektrik dari proses disampaikan sebagai berikut :

a. **Simbol - Simbol, Perlatan Proses Untuk Bejana Besar.**

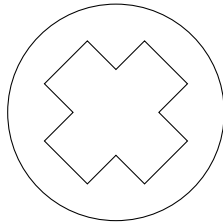
Peralatan untuk bejana yang besar adalah peralatan proses yang bentuk fisik perlatan tersebut membutuhkan ruang dan tempat yang luas, bisa merupakan jantung proses, namun bisa juga merupakan bejana untuk menampung bahan baku, produk antara atau produk jadi. Adapun perlatan tersebut adalah sebagai berikut :

1) Simbol . alat breaker.

Simbol .1. Alat Breaker

Proses yang terikut dengan alat ini adalah alat pemotong untuk melakukan proses pemotongan ukuran dimana bahan tersebut bersifat kenyal. Lembek.

2) Simbol . alat crusher Simbol .2. Alat crusher, tipe coarse. Alat crusher untuk pemecah padatan yang keras, tipe yang ini biasa digunakan untuk melakukan size reduksi (pengecilan ukuran) menjadi partikel dengan diameter yang lebih halus.
3) Alat crusher tipe general. Simbol .3. Alat chrusher tipe umum (general) Alat crusher ini digunakan untuk mengecilkan ukuran batuan menjadi ukuran dengan diameter tertentu. Peralatan ini biasa ditemukan pada panrik pengolahan batu menjadi yang split.
4) Alat fine crusher. Simbol .4. Fine chrusher. Alat Crusher ini dapat menggiling hingga menjadi tepung, Simbol . yang digambarkan diatas adalah crusher dengan sistem tertutup artinya hasil penggilingan yang halus tadi disedot untuk dilanjutkan ke siklon sehingga tepung atau powder yang dihasilkan tidak terbang berhamburan.

5) Alat roll crusher.

Simbol .5. Roll Crusher.

Crussher ini menggunaakan besi roll bundar (gilik) untuk menghancurkan bahan, putaran roll dengan jarak yang telah diatur menghasilkan pengecilan ukuran tertentu.

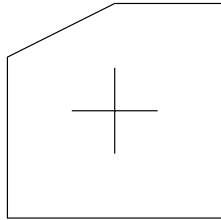
6) Alat hammer crusher.

Simbol .6. Simbol . Dari Hammer crusher.

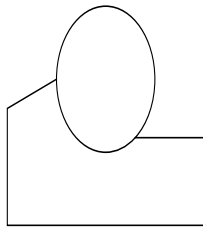
Hammer crusher ini digunakan untuk proses penghancuran dengan cara menggunakan pemukul (hammer). Bahan yang dihancurkan beragam.

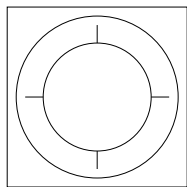
7) Alat crusher tipe sngle load.

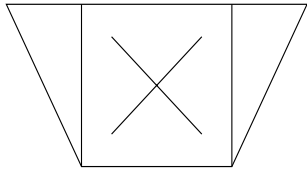
Simbol .7. Variasi crusher tipe single load.

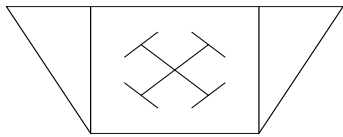
Variasi crusher adalah tipe alat size reduksi untuk bahan batuan

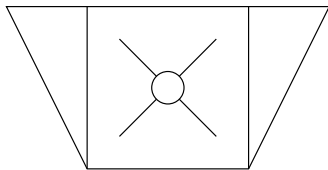
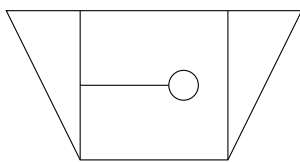
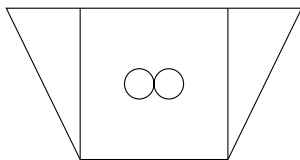
dengan cara penghancurkan dengan satu batang besi gilik besar yang berputar, dan satu pengatur jarak terhadap silinder gilik. Bahan baku turun hingga digerus oleh gilik silinder hingga hancur, jarak antara keduanya bisa diatur.

Simbol .8. Variasi crusher dengan penghancur tipe hammer.

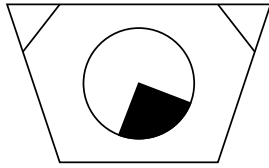
Tipe crusher seperti ini sama dengan tipe hammer dengan perbedaan wadah (casing alatnya) dan masuknya umpan bahan baku.

Simbol .9. Jaw Crusher

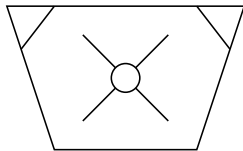
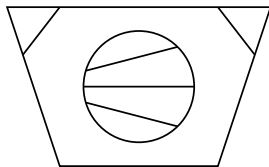
Alat penghancur bahan model ini sangat populer digunakan dengan bentuk yang sederhana dan perawatan yang lebih muda, namun kemampuan alat ini untuk penghancur ukuran cukup baik.

Simbol .10. Roller crusher dengan kecepatan tinggi.

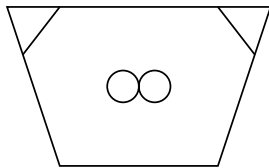
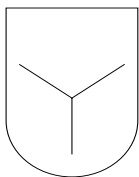
Alat penghancur bahan ini sangat efektif untuk menghasilkan tepung yang halus karena roller dirancang untuk beroperasi dengan kecepatan yang tinggi, namun karena hasilnya halus maka kapasitasnya kecil.

Simbol .11.

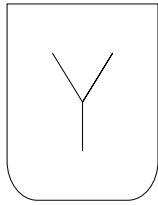
Alat crusher ini bergerak dengan cara bertubrukan antar gigi dalam mesin crusher, crusher ini sangat baik untuk menghancurkan bahan yang keras, power yang dibutuhkan juga cukup besar.

Simbol .12. Crusher hammer

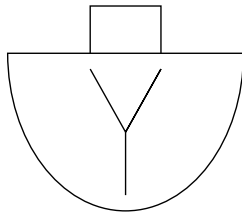
Crusher Hameer ini hanya model kasing yang berbeda dengan yang sebelumnya, umpan masuk dari samping.

Simbol .13. Crusherjenis impact

Simbol .14. Jaw Crusher.

Simbol .15. Roller crusher

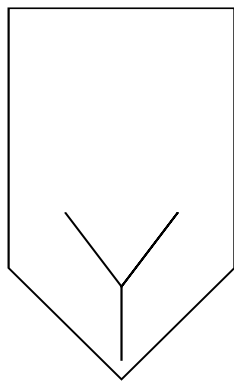
Roller Crusher ini sama dengan model yang sebelumnya, namun untuk crusher ini umpan masuk dari samping.

Simbol .16. Vibrator mills

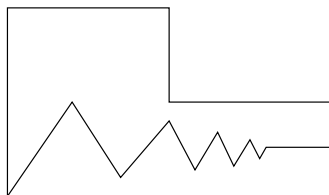
Model pengecil ukuran ini menggunakan getaran untuk mengecilkan ukuran, penggunaan alat ini jarang atau tidak biasa dalam pemakaian dalam industri disamping harganya mahal, perawatannya juga mahal.

Simbol .17. Impaact mills

Simbol .18. Jet mills

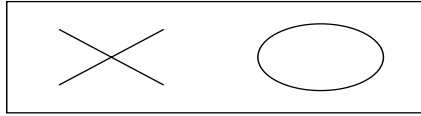
,

Simbol .19. Roller mills

Simbol .20. Mixer

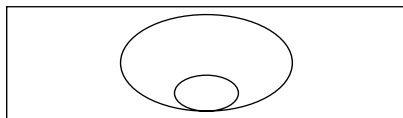
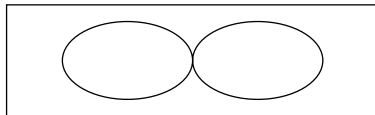
Alat mixer ini digunakan bahan padat dan cair dengan pengaduk ditengah bejana, untuk mengambil hasil/produk dituangkan bejana tersebut.

Simbol .21. Mixer untuk bahan cair.

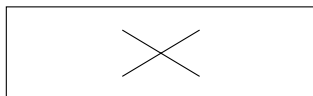
Bahan baku yang dicampur adalah zat cair, slury, dan pasta.

Simbol .22. Pan mixer

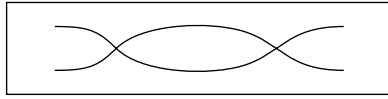
Bahan baku yang dicampur dengan menggunakan mixer ini adalah campuran antara padatan, cairan dengan viskositas yang tinggi.

Simbol .23. Fluidized mixer.

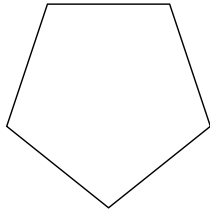
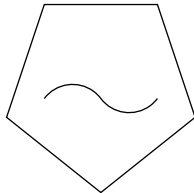
Bahan baku menggunakan mixer ini adalah cairan dengan viskositas yang tinggi, pencampuran padatan cairan (slurry).

Simbol .24. Kneader.

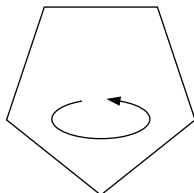
Alat ini digunakan untuk membawa padatan pasta, atau fraksi padatan lebh banyak.

Simbol .25. Kneader dengan penggerak bahan yang universal .

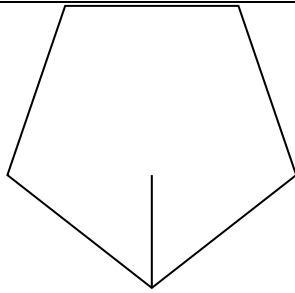
Simbol .26. Kneader dengan penggerak rantai.

Simbol .27. Kneader dengan menggunakan penggerak berupa bola kosentris.

Simbol .28. Roll kneader.

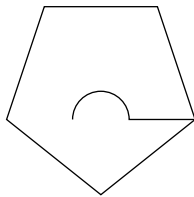
Kneader ini bergerak untuk mencampur dan mendorog bahan menggunakan pennggerak roll.

Simbol .29. Blade kneader.

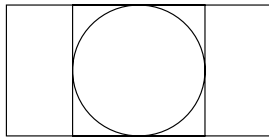
Bahan masuk dan dicampur dengan menggunakan penggerak pisau untuk mendorong material ke ujung kneader.

Simbol .30. Blender.

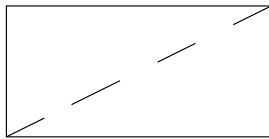
Blender ini digunakan untuk proses pencampuran padatan padatan, cairan padatan dengan model pencampurannya berulir.

Simbol .31 alat separator

Simbol .32. Alat separator basah.

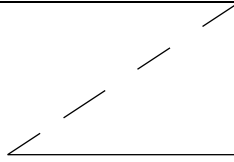
Untuk memisahkan bahan yang bersifat basah, pemisahan biasanya dilakukan dengan perbedaan berat jenis.

Simbol .33. Alat separator kering.

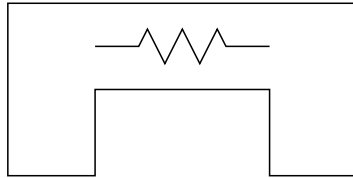
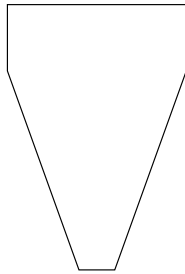
Untuk pemisahan bahan/produk khusus untuk area kering, menggunakan model siklon,

Simbol .34. Alat separator

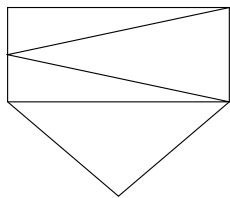
. untuk pemisahan bahan/produk dengan prinsip gravitasi.

Gamnar 35. Alat separator inertia.

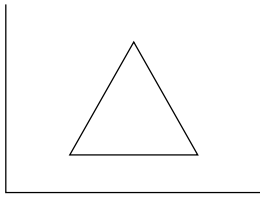
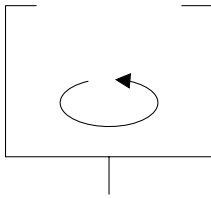
Alat separator ini digunakan untuk memisahkan bahan/produk dengan prinsip momen inertia.

Simbol .36. Alat filter

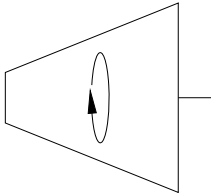
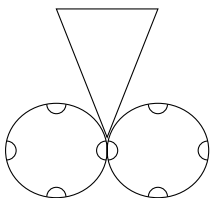
Prinsip penggunaan alat dengan Simbol . ini sudah semi otomatis.

Simbol .37. Alat Filter .

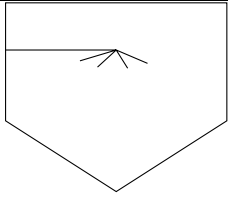
Alat filter ini memisahkan bahan dengan cara kemiringan sudut filter memisahkan diameter besar dengan yang kecil. biasanya menggunakan sistem vibrator.

Simbol .38. Alat screening manual.

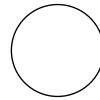
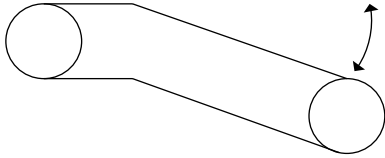
Ala ini banyak digunkan untk pengayakan tepung.

Simbol .39. Alat elektrom

Simbol .40. Siklon separator

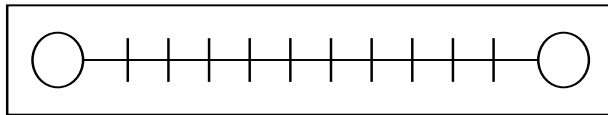
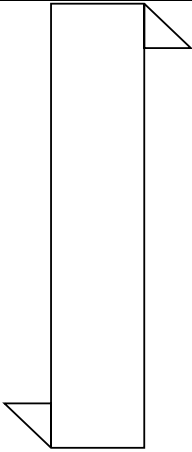
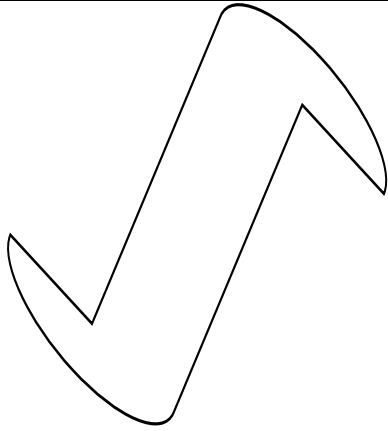
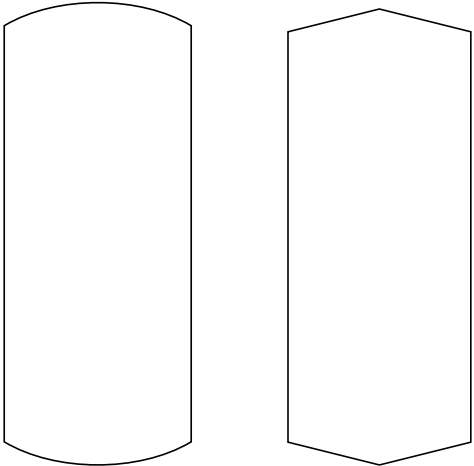
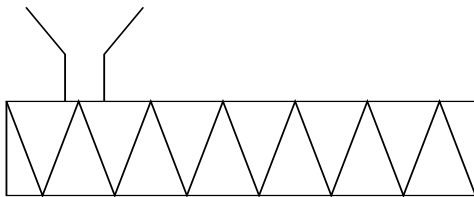
Pemisahan bahan/produk berdasarkan berat jenis partikel.

Simbol .41. Ciklon tipe khusus

Prinsip siklon ini berbeda dengan siklon sebelumnya, didalam terdapat alat vibrator dan pengatur humidity, tujuan adalah agar bahan/poduk yang dipisahkan langsung jatuh kedalam penampung dan bahan tetap dalam kondisi kering.

Simbol .42. Sentrifuge umum.

Simbol .43. Sentrifuge dehidrator.

Sintrifuge ini khusus bekerja di wet area, kandungan bahan yang masuk fraksi airnya lebih banyak dibanding sentrifuge biasa.

Simbol .44. Sentrifuge submersion

Simbol .45. Alat pemeras.

Alat pemeras ini digunakan untuk mengambil kandungan suatu bahan dengan cara diperas, gilik besi yang digunakan diatur jarak kerapatan.

Simbol .46. Alat pengering semprot

Alat ini digunakan untuk mengeringkan bahan/produk yang peka terhadap panas, produk yang dihasilkan dari alat ini sangat bagus dari segi tampilan produk.

Simbol .47. Alat konveyor dengan roda konveyornya.

Simbol .48. Boom loader.

Untuk mengangkut produk/bahan.

Simbol .49 scrapper konveyor

Alat ini digunakan untuk membawa tepung/powder agar tidak berterbangan atau terkontaminasi.

Simbol .50. Screw konveyor

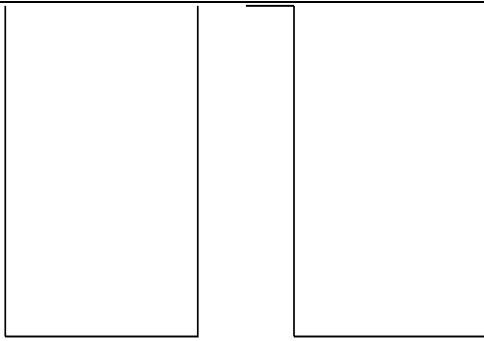
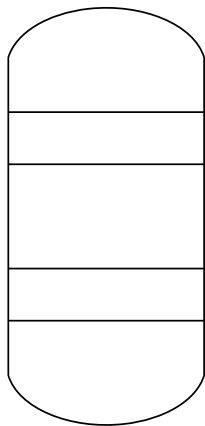
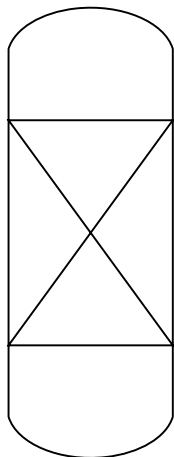
Alat pembawa tepung/granular.

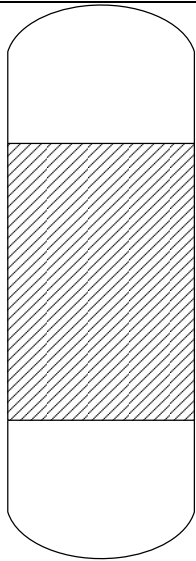
Simbol .51. Elevator

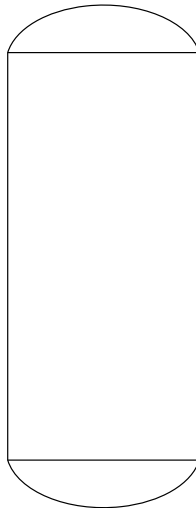
Fungsi pembawa bahan/produk berupa tepung, granular, koarsa ecara vertikal dengan beda tinggi tertentu.

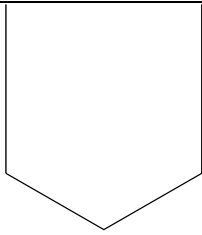
Untuk menyimpan produk/bahan baku untuk proses. Bentuk roof (atap) dari tangki ada 3 macam yaitu:

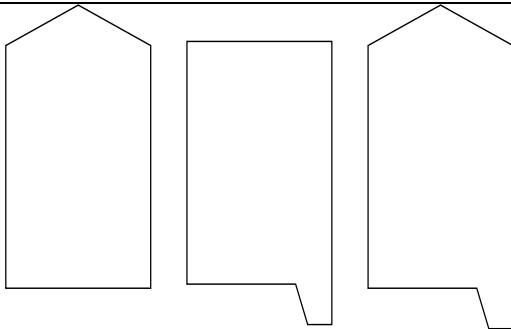
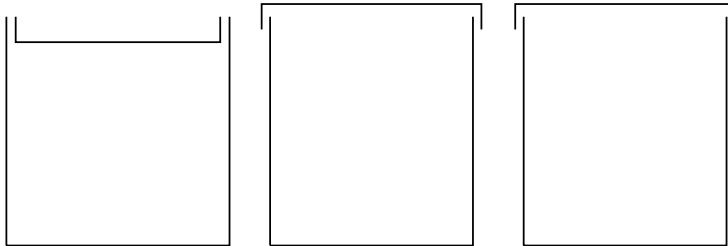
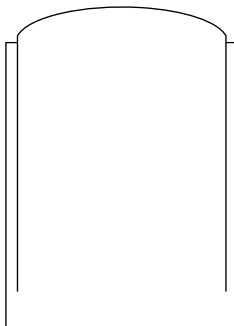
- Flat,
- kurved
- cembung,

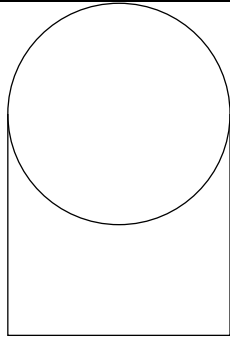
Simbol .52. Vessel (tangki) penampung bahan baku/produk cair.

Simbol .53. Tangki terbuka dengan bibir tangki dan tanpa bibir tangki

Simbol .54. Vessel (tangki) distilasi dengan plate yang terpangsang.

Simbol .55. Reaktor fluidized bed

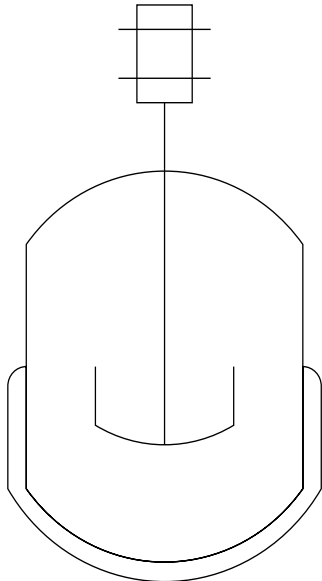
Model reaktor fluidized bed dengan penyangga maupun tanpa penyangga.

Simbol .55. Packed Tower.

Packed tower untuk proses adsorbsi, absorbsi dan lainnya.

Simbol . 56. Tangki menara untuk penyimpanan produk/bahan

Bentuk menara ini berdiri secara vertikal dengan pertimbangan tertentu sesuai dengan spesifikasi bahan dan tempat

Simbol .57. Klarifier

Klarifier adalah untuk proses pengendapan fluida dan memisahkan padatan dengan cairan.

Simbol .58. Tangki tertutup

Simbol .59. Tangki bertutup fleksibel

Simbol .60. Penyimpan /penampung gas

Model penyimpanan gas seperti ini biasanya tidak digunakan untuk gas yang mudah meledak, karena sifat dari peralatan penyimpana ini jika volume gas bertambah maka bagian gas yang fleksibel akan naik. Sifat yang fleksibel ini membahayakan jika untuk gas yang mudah meledak.

Simbol .61. Tangki penyimpan berbentuk bola

Tangki penyimpanan seperti ini untuk gas yang mudah meledak, berbentuk bola karena lebih kuat untuk tekanan yang tinggi.

Simbol .62. Reaktor autoclave dengan pengaduk didalam.

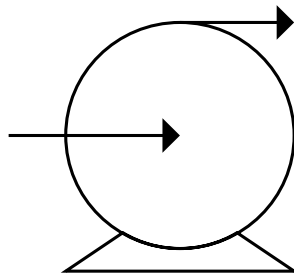
Reaktor ini untuk proses bertekanan tinggi dan suhu yang tinggi, adanya alat pemanas yang terpasang dalam tangki tersebut.

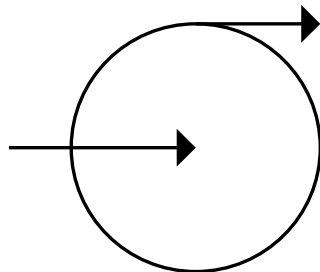
b. Simbol – Simbol. Peralatan Trasportasi Bahan Baku, Bahan Pembantu Dan Produk Setengah Jadi, Dan Produk Jadi.

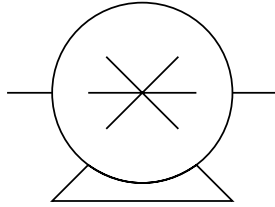
Peralatan untuk menangani pemindahan bahan baik produk, setengah jadi, bahan baku, bahan pembantu/penolong, sangat diperlukan dalam proses pengolahan untuk menghindari kontak dengan manusia, dan lingkungan karena dikawatirkan merusak bahan (kontaminasi), atau membahayakan pemroses karena sifat bahan. Adapun simbul Simbol . peralatan transportasi bahan adalah sebagai berikut :

1) Pompa terpasan pada garis produksi.

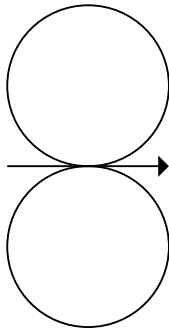
Simbol .63. Simbol . dari pompa terpasang pada garis produksi.

2) Pompa centrifugal.

Simbol .64. Simbol . dari Pompa centrifugal.

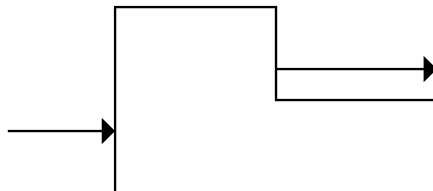
3) Pompa rotari.

Simbol .65. Simbol . dari pompa rotari.

4) Pompa positive diplacement

Simbol .66. Pompa positive diplacement,

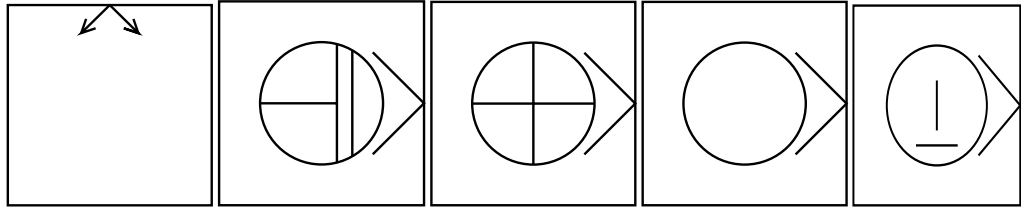
Pompa ini menghasilkan arus axial lurus terhadap sumbu pompa, biasanya untuk makanan yang performance, viskositas yang diperlukan untuk trade mark dari produk.

5) Pompa rotari dengan 2 sumbu penggerak.

Simbol .67. Pompa Rotari dengan 2 sumbu penggerak.

Pompa ini dugunakan untuk menghasilkan arus axial sehingga bahan yang dipompa performance dari bahan tidak rusak. Maksud dari performance bahan adalah baik viskositas, densitas, knematis viskositas tidak berubah setelah melewati pompa ini.

6) Simbol . dari pompa proposional.

Simbol .68. Pompa proposional.

Pompa ini hanya untuk memindahkan bahan dengan tugas tidak berat dan bersifat simpel dalam pemindahan bahan tersebut.

7) Simbol . Pompa dengan alternatif pilihan 1.

Simbol .68. Simbol . Pompa dengan alternatif pilihan.

Simbol . pompa dengan alternatif pilihan Simbol . adalah sebagai berikut:

a) Simbol . pompa vakuum (Simbol .urutan pertama).

b) Simbol . Pompa piston (Simbol .urutan kedua).

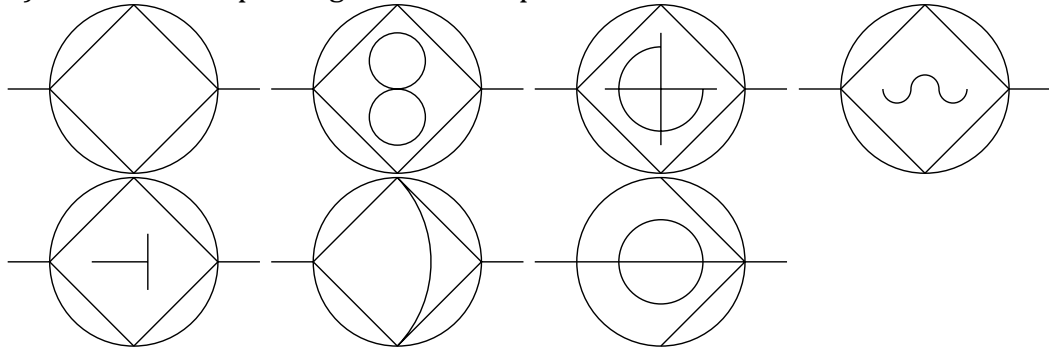
c) Pompa. dengan ring liquid (Simbol .urutan ketiga)

d) Pompa oli seel rotari (Simbol .urutan keempat)

e) Pompa root dengan sistem piston.

f) Pompa pemberat gas (gas ballast).

Semua alternatif Simbol . ini dalam menggambarkan flow proses bertujuan untuk memahamkan bagaimana pompa yang digunakan secara nyata dalam proses pengolahan atau proses produksi.

8) Simbol . Pompa dengan alternatif pilihan 1

Simbol .69. Beberapa Alternatif pompa.

Simbol . pompa dengan Beberapa Alternatif pompa dengan spesifikasi masing masing berbeda dan cara kerja pompa juga berbeda, Simbol . Simbol . ini memudahkan untuk memahamkan proses pengolahan yang sebenarnya terjadi. Urutan sistem kerja pompa dari kiri kekanan kemudian kebawah.

Eksplorasi

Amati dan catat secara berkelompok, beberapa proses pengolahan yang ada lingkungan sekitar, Misalnya pabrik sale pisang, pabrik kapur, dan lainnya coba gambarkan proses yang terjadi dengan symbol symbol dari peralatan yang ada !.

Mengasosiasi

Jelaskan hubungan antara kondisi awal sebelum proses dengan sesudah proses, beberapa kebutuhan bahan masuk, proses dan produk dengan aliran massanya..

Mengkomunikasi

Sampaikan kepada kelompok – kelompok yang lain mengenai hasil pengamatan dan identifikasi model pengaduk serta letaknya, samakah pendapat anda dengan pendapat kelompok – kelompok yang lain?

Mengumpulkan informasi

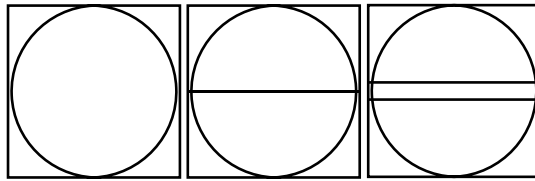
Setelah anda melakukan pengamatan, coba anda kumpulkan informasi dari berbagai sumber untuk melengkapi plug flow diaram tersebut ?

c. **Simbol – Simbol Instrumen Proses.**

Dalam proses pengolahan flow chart diagram memberikan infomasi senyata mungkin untuk dipahami oleh baik operator, kepala regu, sampai ke tingkat top menagement bagaimana proses berlangsung dan kontrol apakah yang sedang dijalankan. Untuk inilah Simbol . instrumen digunakan.

Dalam pabrik yang sudah menggunakan sistem semi otomatis maupun yang sudah menggunakan kendali distem distriubsi komputer. Peralatan instrumen sangat diperlukan, apalagi luas area yang besar sangatlah tidak mungkin para operator mengendalikan langsung instrumen dan valve untuk membuka atau menutup aliran, menjalankan pompa dan lain seterunya, untuk inilah peralaan semi otomatis, maupun yang otomatis diperlukan.

adapun Simbol . Simbol . dari instrumen kontrol adalah sebagai berikut :

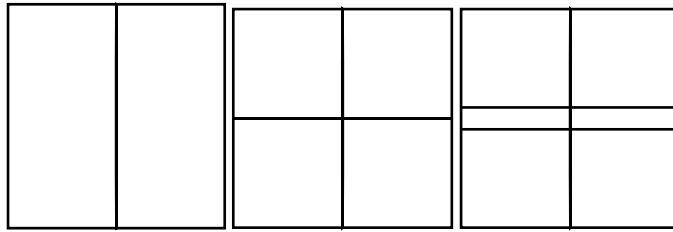
1) **Indikator**

Simbol .70. Indikator untuk menentukan ukuran dari dimensi besaran.

Indikator ini untuk menandakan besaran dari dimensi tertentu, indikator bisa menunjukan volume, suhu, tekanan atau waktu. Sedangkan untuk tipe dari indikator ini dibagi sebagai berikut :

a) Indikator untuk keperluan lokal.

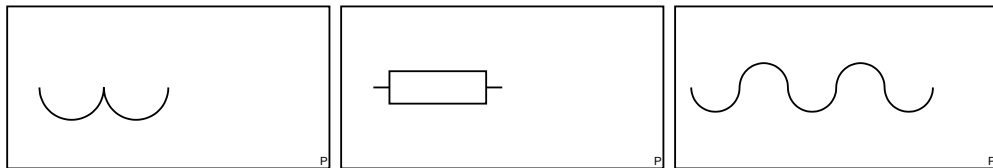
b) Indikator untuk pengendalian jarak tertentu.

c) Indikator pembantu, yang tidak la gsung berhubungan dengan mutu produk.

2) CRT Instrumen.

Simbol .71, CRT Instrumen.

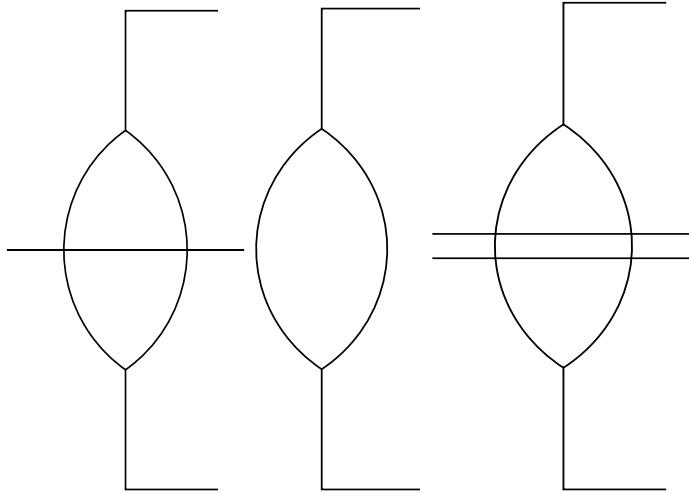
Indikator CRT ini untuk menandakan besaran dari dimensi tertentu, indikator CRT bisa menunjukan volume, suhu, tekanan atau waktu. Sedangkan untuk tipe dari indikator ini dibagi sebagai berikut :

a) Indikator untuk keperluan lokal.
b) Indikator untuk pengendalian jarak tertentu.
c) Indikator pembantu, yang tidak la gsung berhubungan dengan mutu produk. berhubungan dengan sistem dalam proses

3) Instrumen presure gauge.

Simbol .72. Instrumen untuk indikaotr tekanan.

Instrumen ini untuk menunjukan nilai tekanan dalam suatu sistem, ada kreteria penunjukkan, yatu :

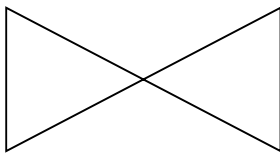
a) Untuk fluida cair.
b) Indikator yang menggunakan sistem diagfram untuk penunjukan niali dari yang diukur.
c) Indikator dengan model gauge, dalam penunjukan nilainya ditambahkan dengan 1 atmosfer.

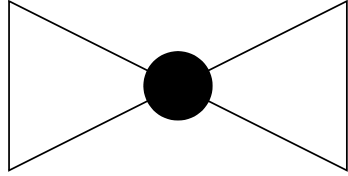
4) **Level meter indikator**.

Simbol .72. Level meter indikator.

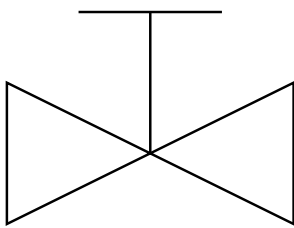
Indikator meter ini untuk menunjukan ketinggian (level)dari suatu bejana. Indikator level ini mempunyai 3 kriteria :

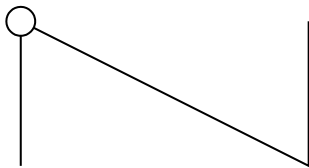
a) Untuk lokal
b) Untuk pengendali jarak tertentu.
c) Untuk penunjuk bagi bejana proses tetapi tidak berhubungan dengan mutu/hanya bersifat membantu.

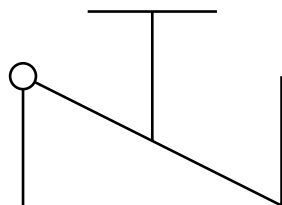
d. Simbol – Simbol, Pemipaan & Valve Dari Proses Industry Kimia.

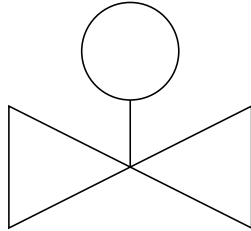
1) Simbol . gate valve

Simbol .75. Simbol . Dari Valve Gate.

2) Simbol . dari globe valve.

Simbol .76. Simbol . Dari Valve Globe.

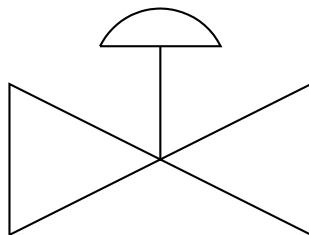
3) Screw down

Simbol .77. Screw down valve.

4) Check valve.

Simbol .77. Valve Check.

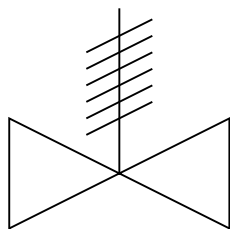
5) Stop check valve.

Simbol .78. Check Stop Valve.

6) Powered Valve.

Simbol .79. Powered valve.

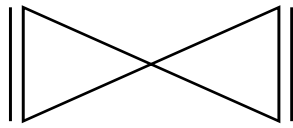
Valve ini menggunakan motor driving untk menggerakan sumbu valved.

7) Needle Valve.

Simbol .80. Valve needle

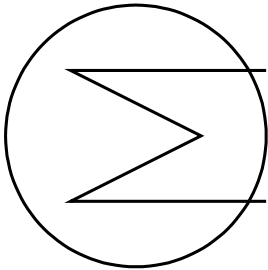
Valve yang menggunakan jarum untuk menghentikan atau menjalankan proses.

8) Ralief vave.

Simbol .71. Valve relief

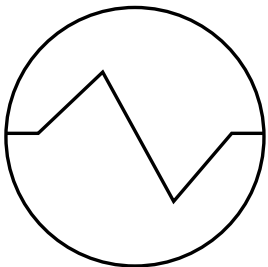
Bentuk valve ini mempunyai bentuk sedikit berbeda untuk model valvenya.

9) Flanged valved.

Simbol .72. Flanged valved

e. Simbol . Peralatan Penukar Panas.

1) Alat penukar panas tipe vertikal.

Simbol .73. Alat penukar panas tipe vertikal.

Alat penukar panas ini menggunakan tipe pipa pemanasnya berdiri vertikal dari bejana proses. Steam masuk dari atas, keluar ke bawah.

2) Alat penukar panas tipe horizontal.

Simbol .74. Alat penukar panas tipe horizonatal.

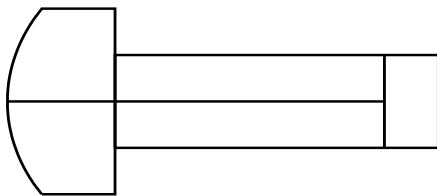
Alat poenukar panas ini menggunakan pipa horizontal memanjang untuk melakukan proses pemanasan.

3) Shell & tube alat penukar panas

Simbol .75. Alat penukar panas tipe shell & tube.

4) Alat penukar panas tube bundle 1.

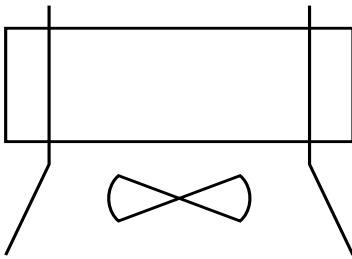
Simbol .76. Shell & tube bundle 1

5) Alat penukar panas tipe tube bundle 2

Simbol .77. Alat penukar panas dengan tipe bundle 2

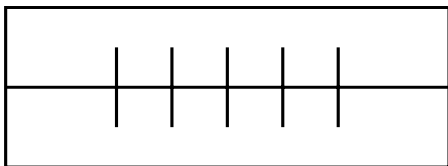
6) Palat penukar panas tipe plat.

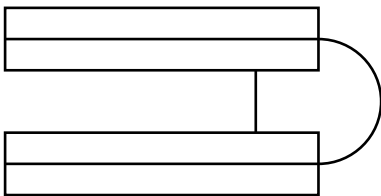
Simbol .78. Alat penukar panas tipe plat

Aplikasi penggunaan alat ini untuk menjaga suhu bahan yang disimpan dalam tangki besar agar tidak lebih dari suhu kritis bahan itu sendiri.

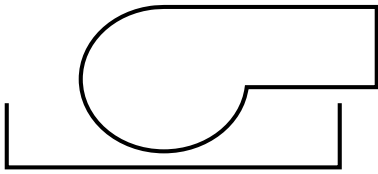
7) Pendingin aliran udara.

Simbol .79. Ali blow cooler atau pendingin airan udara.

Aplikasi peralatan ini biasanya pada unir exterior mesin pendingin, membuang panas yang diambil dari ruangan oleh freon dibuang dengan dialiri udara yang berasal dari kipas tiup.

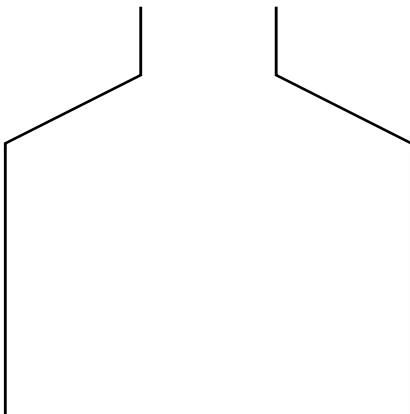
8) Fine tube

Simbol .80. Alat penukar panas finned tube.

9) Alat penukar panas tipe 2 pipa.

Simbol .81. Alat penukar panas tipe 2 pipa.

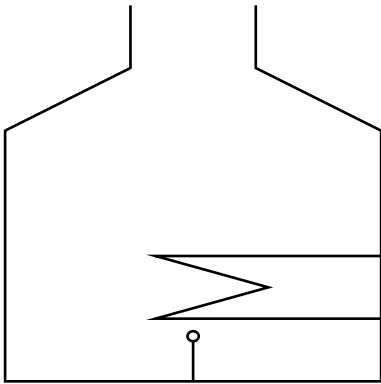
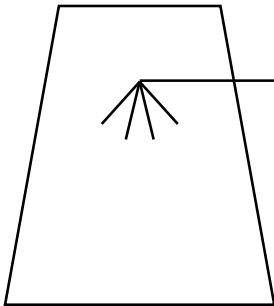
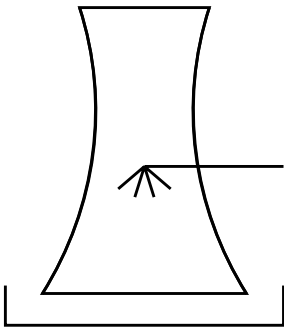
Alat ini menggunakan 2 pipa, pipa yang kecil didalam dan pipa yang besar diluar, pipa yang besar sebagai pemanas sedangkan pipa yang kecil berfungsi sebagai bahan yang dipanaskan.

10)Burner oli

Simbol .82. Burner oli.

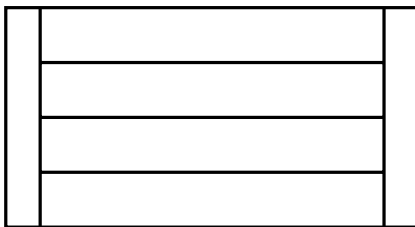
Alat ini untuk pembangkit api dengan menggunakan oli sebagai bahan bakar, api yang dihasilkan cukup panas karena enthalpi dari oli besar, namun kelemahannya adalah membuat langes di pipa yang dipanaskan. Hal ini mengakibatkan perpindahan panas dari pipa ke media yang akan dipanaskan akan menimbulkan semacam kerak. Untuk perlu dibersihkan pipa – pipa pemanasnya.

11) Boiler /ketel uap

Simbol .83. Boiler atau ketel uap.

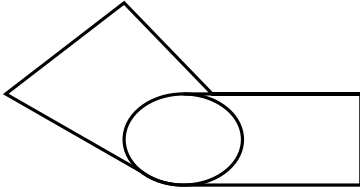
Alat ini digunakan untuk membangkitkan uap sebagai steam, baik saturated steam, super heated steam. Boiler dibedakan menjadi 2 tipe, tipe lorong api atau lorong air. Tipe lorong api biasanya digunakan untuk kapaitas boiler yang tidak tertalu besar, sedangkan tipe lorong air digunakan untuk boiler dengan kapasitas yang besar.

12)Pemanas api/pembakaran dapur. Simbol .84. Pemanas api atau pemakaran dapur. Proses pemanas api ini biasanya untuk pembakaran bahan dengan menggunakan api langsung untuk menghilangkan kadar air yang berada dalam bahan baku. Contoh untuk ini adalah rotary kiln pada pabrik semen, pabrik kapur tohor, pabrik keramik dan lainnya.
13) Menara pendingin. Simbol .85. Menara pendingin tipe semprot. Alat ini dgunakan untuk mendinginkan air proses agar menjadi dingin kembali dengan menyemprotkan air dari titik puncak dimanara pendingin. Biasanya dipuncak menara dipasang kipas penyedot untuk membuang panas dari air proses tersebut. Air proses disini perlu ditambahkan bahan kimia anti jamur atau biocide agar air proses tersebut tidak ditumbuhi lumut yang berasal dari udara bebas.

14)Menara pendingin lensa cekung .

Simbol .86. Menara Pendingin model lensa cekung.

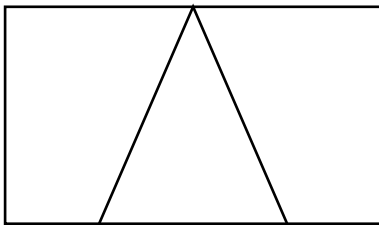
menara pendingin ini sama dengan menara sebelumnya, pembentukan cekungan tersebut diharapkan lebih menentukan proses penyedotan panas yang disemprotkan oleh spuyer air menjadi tetesan air yang membawa kalor panas kemudian berkontak dengan udara dingin yang mengalir dari bawah ke atas (yang disedot oleh kipas diatas menara). Biasanya digunakan untuk tugas yang lebih berat dari yang menara pendingin Simbol .85.

15)Kondensor.

Simbol .87. Alat kondensor.

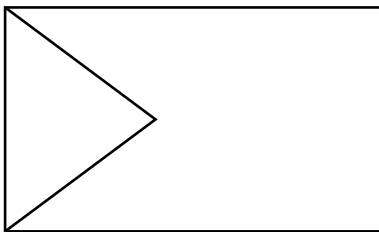
Alat ini adalah untuk menyerap panas dari fluida uap untuk menjadi cair. Untuk pendingin udara, refrigerant maupun freezer, uap dari freon yang mengadung panas didinginkan di kondensor ini untuk dibuang panasnya oleh fluida pendingin.

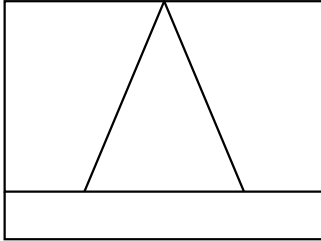
16)Automatik stoker

Simbol .88. Pematik otomatis.

Alat ini digunakan di unit burner baik burner untuk gas maupun untuk olie.

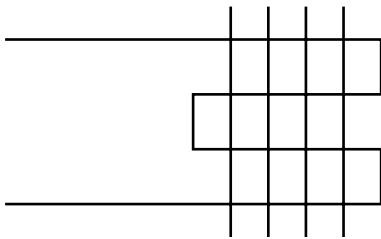
17)Refrigerator

Simbol .89. Refrigerator umum.

Refrigerator yang umum terpasang pada unit pendingin baik berupa storage besar maupun dengan kapasitas umunya.

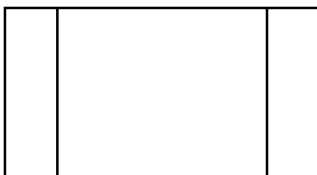
18)Refrigerator direct.

Refrigeror ini langsung mendinginkan bahan tanpa melewati media lain.

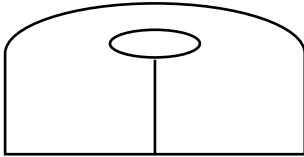
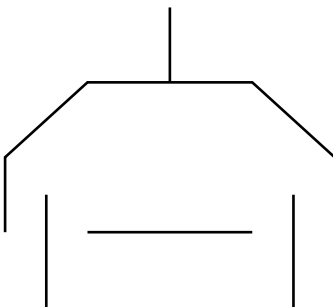
19) Refrigerator indirect

Simbol .90. Indirect refrigerator.

Alat ini menggunakan media/fluida lain untuk mendinginkan media, biasanya menggunakan air sebagai fluida pendingin.

20)Udara pendingin evaporator.

Simbol .91. Alat pendingin udara.

Alat ini menghasilkan udara sejuk hingga dingi yang keluar dari blower didalam mesin evaporator. Aplikasi umum adalah unit indoor dari mesin ac.

21) Mesin chiller

Simbol .92. mesin chiller.

Mesin chiller adalah unit condenser pada mesin penyejuk udara tipe central, berupa alat penukar panas tipe tube, freon yang mengambil panas dari ruangan, di mesin chiller ini, panas yang dibawa freon dibuang dengan ditransfer ke air sebagai fluida pendingin.
22)Pemisah olie Simbol .93. Pemisah olie. Alat ini adalah pemisah olie dari fluida proses, umum djumpai alat ini adalah di mesin penyejuk udara dengan kapasitas yang besar (biasanya diatas 2 pk), olie dari kompresor yang terikut oleh freon dipisahkan di alat ini.
23) Ekstraktor hood Simbol .94. Tudung pemisah. Peralatan ini banyak terpasang di unit cooling tower baik berkapasitas besar maupun kecil. Kegunaan tudung ini adalah memisahkan fluida yang dibuang panasnya, tidak bercampur dengan air hujan atau kotoran yang lain sehingga tidak mencemari fluida tersebut.

Eksplorasi

Amati dan catat secara berkelompok, beberapa proses pengolahan yang ada lingkungan sekitar, misal proses pengenceran/pengentalan (catat: kondisi awal, massa jenis, volume, suhu awal , waktu yang dibutuhkan untuk mencapai kondisi tersebut). Legkapilah data dengan instrument seperti thermometer dan lainnya. Gambarkan dengan plug flow diagram!!

Mengasosiasi

Jelaskan hubungan antara kondisi awal proses dan akhir proses !! legkapilah dengan instrument bila perlu bila proses tersebut menjadi detail

Mengkomunikasi

Sampaikan kepada kelompok – kelompok yang lain mengenai hasil pengamatan dan identifikasi model pengaduk serta letaknya, samakah pendapat anda dengan pendapat kelompok – kelompok yang lain?

Mengumpulkan informasi

Setelah anda melakukan pengamatan, coba anda kumpulkan informasi dari berbagai sumber untuk melengkapi proses penanganan bahan baku sampai

3. **Tugas.**

Lakukalah pengamatan kalau diperlukan sampai dengan percobaan bersama kelompok anda ! carilah informasi sebanyak mungkin untuk berbagai macam Plug Flow Diagram lengkap dengan neraca massa dan neraca energy ! Lakukanlah diskusi dengan kelompok lain tentang proses perpindahan bahan dan produk pada phase cair, padat dan gas.

4. **Refleksi.**

Isilah pernyataan berikut ini sebagai refleksi pembelajaran!

a Dari hasil kegiatan pembelajaran apa saja yang telah anda peroleh dari aspek pengetahuan, keterampilan dan sikap?

____

____

b Apakah anda merasakan manfaat dari pembelajaran tersebut, jika ya apa manfaat yang anda peroleh? jika tidak mengapa?

____

____

c Apa yang anda rencanakan untuk mengimplementasikan pengetahuan, keterampilan dan sikap dari apa yang telah anda pelajari?

____

____

d Apa yang anda harapkan untuk pembelajaran berikutnya?

____

____

5. Tes Formatif.

1). Sebutkanlah perbedaan cara kerja gear pump dengan pompa diagfram, perbedaan Simbol .nya ?

2). Sebutkan perbedaan antara level meter ditempat dengan level meter pengendali jarak tertentu ? gambarkan letak perbedaan dalam Simbolnya ?

3). Sebutkan ada beberapa tipe variasi dalam crusher kemudian gambarkan masing masing Simbolnya ?

4). Sebutkan sistem kerja dari peralatan separator dan gambarkan Simbol . dari peralatan separator tersebut ?

C. Penilaian.

1. Penilaian Sikap.

INSTRUMEN PENILAIAN PENGAMATAN SIKAP
DALAM PROSES PEMBELAJARAN

Petunjuk :

Berilah tanda cek (√) pada kolom skor sesuai sikap yang ditampilkan oleh peserta didik, dengan kriteria sebagai berikut :

Nama Peserta Didik : ....

Kelas : ....

Topik : ....

Sub Topik :...........................

Tanggal Pengamatan : ....

Pertemuan ke : ....

No	Aspek Pengamatan	Skor				Keterangan
		1	2	3	4	
1	Sebelum memulai pelajaran, berdoa sesuai agama yang dianut siswa					
2	Interaksi siswa dalam konteks pembelajaran di kelas					
3	Kesungguhan siswa dalam melaksanakan praktek					
4	Ketelitian siswa selama mengerjakan praktek					
5	Kejujuran selama melaksanakan praktek					
6	Disiplin selama melaksanakan praktek					
8	Tanggung jawab siswa mengerjakan praktek					
9	Kerjasama antar siswa dalam belajar					
10	Menghargai pendapat teman dalam kelompok					
11	Menghargai pendapat teman kelompok lain					
12	Memiliki sikap santun selama pembelajaran					
	Jumlah					
	Total					
	Nilai Akhir					

Kualifikasi Nilai pada penilaian sikap

Skor	Kualifikasi
1,00 – 1,99	Kurang
2,00 – 2,99	Cukup
3,00 – 3,99	Baik
4,00	Sangat baik

$$\mathbf{NA} = \frac{\sum \mathbf{skor}}{\mathbf{12}}$$

RUBIK PENILAIAN PENGAMATAN SIKAP
DALAM PROSES PEMBELAJARAN

ASPEK	KRITERIA	SKOR
A. Berdoa sesuai agama yang dianut siswa	Selalu tampak	4
	Sering tampak	3
	Mulai tampak	2
	Belum tampak	1
B. Interaksi siswa dalam konteks pembelajaran	Selalu tampak	4
	Sering tampak	3
	Mulai tampak	2
	Belum tampak	1
C. Ketelitian siswa selama mengerjakan praktek	Selalu tampak	4
	Sering tampak	3
	Mulai tampak	2
	Belum tampak	1
D. Kejujuran selama melaksanakan praktek	Selalu tampak	4
	Sering tampak	3
	Mulai tampak	2
	Belum tampak	1
E. Disiplin selama melaksanakan praktek	Selalu tampak	4
	Sering tampak	3
	Mulai tampak	2
	Belum tampak	1

F. Memiliki sikap santun selama pembelajaran	Selalu tampak	4
	Sering tampak	3
	Mulai tampak	2
	Belum tampak	1
G. Tanggung jawab siswa mengerjakan praktek	Selalu tampak	4
	Sering tampak	3
	Mulai tampak	2
	Belum tampak	1
H. Kesungguhan dalam mengerjakan tugas	Selalu tampak	4
	Sering tampak	3
	Mulai tampak	2
	Belum tampak	1
I. Kerjasama antar siswa dalam belajar	Selalu tampak	4
	Sering tampak	3
	Mulai tampak	2
	Belum tampak	1
J. Menghargai pendapat teman dalam kelompok	Selalu tampak	4
	Sering tampak	3
	Mulai tampak	2
	Belum tampak	1
K. Menghargai pendapat teman dalam kelompok	Selalu tampak	4
	Sering tampak	3
	Mulai tampak	2
	Belum tampak	1

DAFTAR NILAI SISWA ASPEK SIKAP DALAM PEMBELAJARAN

TEKNIK NON TES BENTUK PENGAMATAN

Nama Peserta Didik : ....

Kelas : ....

Topik : ....

Sub Topik :..........................

Tanggal Pengamatan : ....

Pertemuan ke : ....

No	Nama Siswa	Skor Aktivitas Siswa											Jml	NA
		Aspek Sikap												
		Berdoa sebelum	Interaksi	Ketelitian	Kejujuran	Disiplin	Santun	Tanggungjawab	Kesungguhan	Kerjasama	Menghargai dlm klpk	Menghargai klpk lain		
1														
2														
3														
4														
5														

DAFTAR NILAI SISWA ASPEK SIKAP DALAM PEMBELAJARAN

PENILAIAN DIRI

Nama Peserta Didik : ....

Kelas : ....

Topik : ....

Sub Topik :.........................

Tanggal Pengamatan : ....

Pertemuan ke : ....

Tabel Cek list penilaian diri !

NO	PERNYATAAN	YA	TIDAK
1	Saya mampu mengidentifikasi kestimbangan reaksi dalam proses kimia industri.		
2	Saya mampu mengidentifikasi stokiometri dan konversi dalam proses idustri kimia sederhana.		
3	Saya bisa mengidentifikasi penambahan katalis dan reaksi bergeser kekiri/kekanan dalam proses industri kimia sederhana.		
4	Saya bisa mengidentifikasi reaksi eksotermis dan endothermis dalam proses industry kimia sederhana		
5	Saya bisa mengidentifikasi order reaksi pada proses industry kimia		

2. Penilaian Pengetahuan

1. Gambarkan dan Jelaskan Prinsip dari Simbol . Simbol . bejana proses !
2. Gambarkan Dan Jelaskan Prinsip dari Simbol . Simbol . peralatan perpindahan massa dan panas !
3. Gambarkan dan jelaskan Prinsip dari Simbol . instrumen kontrol dalam proses !
4. Gambarkan dan jelaskan Prinsip dari Simbol . elektrik kontrol dalam proses !
5. Gambarkan dan jelaskan Prinsip dari Simbol . vale dan fiting dalam proses !

3. Penilaian Keterampilan

INSTRUMEN PENILAIAN PENGAMATAN ASPEK KETERAMPILAN DALAM PROSES PEMBELAJARAN

Nama Peserta Didik : ....

Kelas : ....

Topik : ....

Sub Topik :..........................

Tanggal Pengamatan : ....

Pertemuan ke : ....

Petunjuk :

Berilah tanda cek (√) pada kolom skor sesuai sikap yang ditampilkan oleh peserta didik, dengan kriteria sebagai berikut :

No	Aspek Yang Dinilai	Skor				Ket
		1	2	3	4	
1.	Membaca buku bacaan / sumber belajar lainnya sebelum pelajaran					
2.	Memahami konsep 5M dalam pembelajaran					
3.	Mengaplikasikan kegiatan 5M yang dicantumkan					
4.	Identifikasi proses kestimbangan reaksi dan system stokiometrinya.					
5.	Identifikasi penggunaan penambahan katalis dan pengendalian reaksi					
6.	Identifikasi suatu proses agar bergeser kekiri atau kekanan					
7.	Identifikasi sederhana tentang order reaksi					
8.	Identifikasi system reaksi berjalan eksotermis atau endotermis terhadap pemungutan haisil					

9.	Menulis laporan praktek sesuai out line yang dianjurkan					
10.	Menulis laporan dengan memaparkan dan membahas data hasil praktek					

Keterangan skor :

1 : tidak terampil, belum dapat melakukan sama sekali

2 : sedikit terampil, belum dapat melakukan tugas dengan baik

3 : cukup terampil, sudah mulai dapat melakukan tugas dengan baik

4 : terampil, sudah dapat melakukan tugas dengan baik

KEGIATAN PEMBELAJARAN 3. MENGKLASIFIKASI PROSES PENGOLAHAN AIR UNTUK KEPERLUAN PROSES DALAM INDUSTRI KIMIA.

A. Deskripsi.

Mengoperasikan berbagai macam konversi dan kestimbangan kimia pada proses industri kimia sederhana

B. Kegiatan Belajar.

1. Tujuan Pembelajaran.

Siswa yang mempelajari topik ini diharapkan mampu:

- Pengolahan air untuk keperluan rumah tangga dan proses industri.
- Pengolahan air untuk *cooling tower*.
- Pengolahan air untuk boiler.
- Pengolahan air limbah dan baku mutu air limbah.

2. Uraian Materi

a. Proses Pengolahan Air Untuk Keperluan Umum.

Air adalah sumber kehidupan, air selalu dibutuhkan untuk manusia maupun hewan dan tumbuhan. Air tersedia di alam dalam bentuk air hujan maupun air tanah. air untuk kebutuhan manusia mempunyai standar tertentu agar aman bagi kesehatan, ditetapkan dalam permenkes …. Tentang baku mutu air untuk konsumsi manusia.

Demikian juga dalam industri, ketersediaan air dipenuhi baik untuk proses maupun air untuk kebutuhan manusia, yang menjalankan proses tersebut.

Biasanya dalam suatu industri pemenuhan kebutuhan air tersebut dilaksanakan oleh bagain utility, penyediaan bahan penolong proses. Bagian

inilah yang menyediakan air yang memenuhi spesfikasi baik untuk kebutuhan manusia, kebutuhan alat proses, seperti boiler, cooling tower, air untuk digunakan sebagai sarana proses produksi, apalagi jika proses produksinya adalah wet area atau area basah seperti pada pabrik tekstil bagian dyieng, finishing dan printing, air adalah bahan baku pokok untuk terlaksananya proses tersebut, juga pada proses pengolahan asam steaat yang menggunakan splitting proses untuk menghdrolisa minyak nabati menjadi asam stearat. Air dalam steam digunakan dalam menara spiltting yang merupakan jatung dari proses tersebut.

Dalam industri kertas, baik kertas carrugated cartoon, kertas hvs, atau kertas yang lain. Peran air sangat dominan terutama di bagian stock preparation.

Pada bagian ini pulp kering dan atau kertas bekas dihancurkan dengan menggunakan steam dan air panas agar lumat menjadi bubur kertas. Begitu juga pada bagian paper machine peran air sangat diperlukan untuk melakukan pemisahan serat pendek, serat panjang kemdian masuk dibagaian top layer, intermediet layer dan battom layer.

Pada industri power supply atau pembangkit listrik, peran air sangat penting untk menggerakan turbin pembangkit listrik. Pada PLTA, Sumber penggerak adalah air yang mempunyai ketinggian tertentu sehingga muncul energi potensial dari air untuk memutar turbin sehingga menghasilkan listrik.

Pada PLTU, steam atau uap air yang dihasilkan dari pembakaran batu bara misalnya seperti di suryalaya (jawa barat), uap tersebut digunakan untuk menggerakan turbin penbangkit listrik.

Air yang digunakan untuk kebutuhan manusai, kebutuhan boiler, kebutuhan proses yang lain mempunyai spesifikasi tertentu sehingga air tersebut tidak merusak kesehatan, tidak merusak mesin, tidak merusak turbin dan spesifikasi lainnya yang diwajibkan bagi air yang akan digunakan.

Pengolahan air atau water treatment sudah banyak dikenal dan dijalankan, tujuan dari pengolahan air tersebut adalah untuk memenuhi spesifikasi dan persyaratan dari kesehatan jika untuk konsumsi atau peralatan yang menggunakan air tersebut.

Dalam proses pngolahan air menjadi air minum, air untuk keperluan rumah tangga, air untuk keperluan air cooling tower, air untuk boiler atau untuk Heat exchanger mempunyai persyaratan persyaratan yang berbeda untu masing masing kebutuhan. Untuk air minum dan air untuk keperlaun rumah tangga termaktub dalam permen Menteri Kesehatan RI dengan nomor: 416/MENKES/PER/IX/1990 Tanggal 1990. Tentang Persyaratan Air Minum.

DAFTAR PERSYARATAN KUALITAS AIR INUM

No.	**Parameter**	**Satuan**	**Kadar Maksimum Yang Diperbolehkan**	**Keterangan**
1	2	3	4	5
A	FISIKA			
1.	Bau	-	-	Tidak berbau
2.	Jumlah zat padat terlarut (TDS).	‘mg/l	1000	-
3.	Kekeruhan.	Skala NTU	5	-
4.	Rasa	-	-	-
5.	Suhu	^oC	Suhu ±3 ^oC	Tidak Berasa
6.	Warna	Skala TCU	15	-
B.	**KIMIA**			
a.	**Kimia An – oganik**			
1.	Air raksa	‘mg/l	0,001	
2.	Aluminium	‘mg/l	0,2	
3.	Arsen	‘mg/l	0,05	
4.	Barium	‘mg/l	1,0	
5.	Besi	‘mg/l	0,3	
6.	Flourida	‘mg/l	1,5	
7.	Cadmium	‘mg/l	0,005	
8.	Kesadahan	‘mg/l	500	

9.	Klorida	'mg/l	250	
10.	Kromium, valensi 6	'mg/l	0,05	
11.	Mangan	'mg/l	0,1	
12.	Natrium	'mg/l	200	
13.	Nitrat, sebagai N	'mg/l	10	
14.	Nitrit sebagai N	'mg/l	1,0	
15.	Perak	'mg/l	0,05	
16.	pH	'mg/l	6,5 – 8,5	Meruapakan Batas minimum dan maksimum
17.	Selenium	'mg/l	0,01	
18.	Seng	'mg/l	5,0	
19.	Sianida	'mg/l	0,1	
20.	Sulfat	'mg/l	400	
21.	Sulfida (sebagai H_2S)	'mg/l	0,05	
22.	Tembaga	'mg/l	1,0	
23.	Timbal	'mg/l	0,05	
b.	Kimia organic	'mg/l		
1.	Aldrin deldrin.	'mg/l	0,0007	
2.	Benzene.	'mg/l	0,01	
3.	Benzo (a) pyrene	'mg/l	0,00001	
4.	Chlordane (total isomer)	'mg/l	0,0003	
5.	Coliform	'mg/l	0,03	
6.	2,4 D	'mg/l	0,10	
7.	DDT	'mg/l	0,03	
8.	Detergen	'mg/l	0,05	
9.	1,2 Dischloroethane	'mg/l	0,01	
10.	1,1 Dischloroethane	'mg/l	0,0003	
11.	Heptachlor dan Heptachlor epoxide.	'mg/l	0,0003	
12.	Hexachlora benzene	'mg/l	0,00001	
13.	Gamma HCH (lindane)	'mg/l	0,004	
14.	Methaxychlor.	'mg/l	0,03	
15.	Pentachlorphanol	'mg/l	0,01	

c.	Mikro – biologik Total koliform (MPN)	Jumlah per 100 ml	50	Bukan Air Perpipaan
		Jumlah per 100 ml	10	Air Perpipaan
d.	Radio aktovitas			
1.	Aktivitas alpha (gross alpha activity)	Bq/l	0,1	
2.	Aktivitas beta (gross beta activity)	Bq/l	1,0	

Keterangan :

mg = milligram.
ml = mililiter
L = liter
Bq = bequerel.
Ntu = nephelometrik turbidity units
Tcu = true color unit.

Logam berat merupakan loam terlarut. kebutuhan air proses untuk keperluan cooling tower, boiler dan keperluan proses yang lainnya tentunya membutuhkan treatment agar air tersebut sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan, treatment tersebut tentunya sesuai dengan pengotor yang muncul pada badan air tersebut.

Proses pengolahan air pada dasarnya dilakukan atas dasar proses sebagai berikut :

- Proses fisika, proses pengolahan ini dilakukan secara fisik, contoh untuk proses fisika adalah :
  - screening atau penyaringan (untuk memisahkan benda dengan diameter yang lebih besar agar tidak terikut dalam proses beikutnya).
  - Sedimentasi fisik dengan gaya gravitasi (untuk benda benda yang mempunyai berat jenis lebih besar dari air).
  - Bak penampung lemak (Proses yang dilakukan dengan mengatur laju alir air limbah, untuk memisahkan benda benda terapung atau berat jenisnya lebih kecil dari berat jenis air).

- Proses perajangan (untuk mengecilkan ukuran diameter dari padatan yang terikut dalam air limbah).

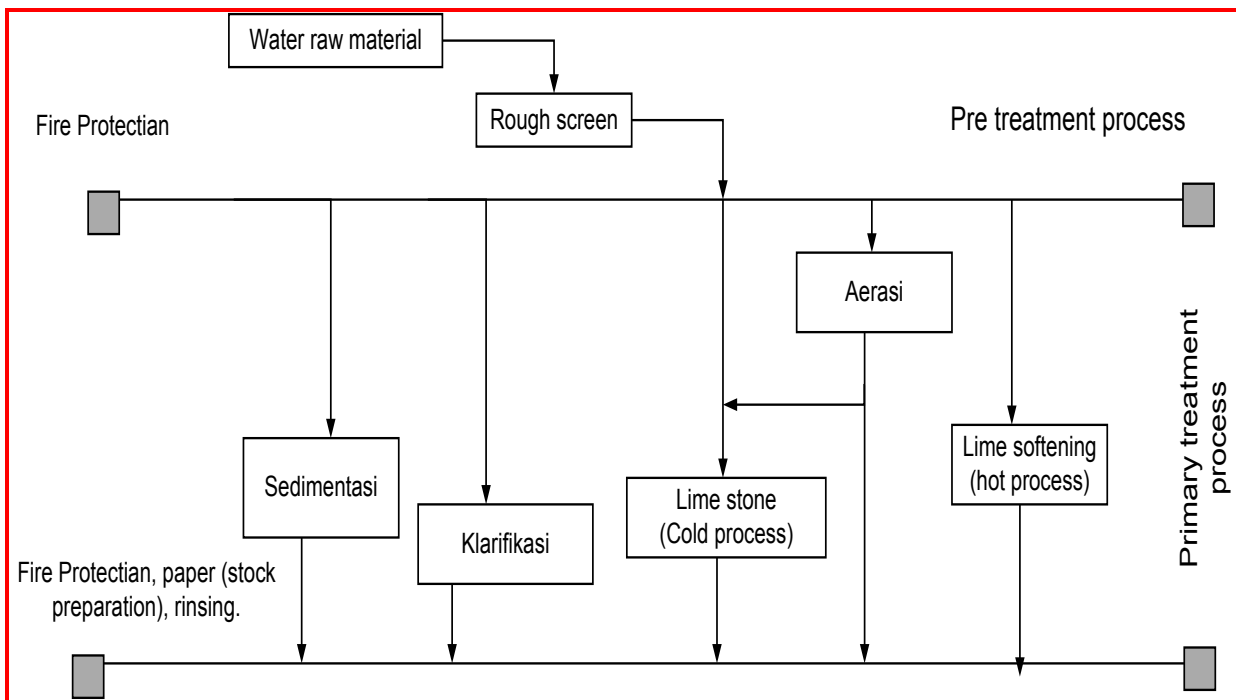
- Proses biologi, proses pengolahan ini dilakukan secara biologi untuk mendegradasi limbah organik agar terurai menjadi lebih sederhana lagi. Sebagai contoh pengolahan biologi adalah :
    - Bak aerob pada pengolahan biologi, menguraikan kandungan senyawa organik menjadi senyawa yang lebih sederhana dengan bantuan mikroba aerob.
    - Bak Anaerob pada pengolahan biologi menguraikan kandungan senyawa organik menjadi yang lebih sederhana dengan bantuan mikroba an-aerob.
- Proses kimia, adalah proses pengolahan dengan menambah bahan kimia agar diperoleh baku mutu air yang sesuai dengan yang dikehendaki. Sebagai contoh pengolahan secara kimia adalah :
    - Penambahan chemical agent untuk menurunkan padatan yang terlarut maupun yang terikut pada badan air, sebagai contoh penambahan tersebut adalah : penambahan ferro sulfat, alum sulfat dan atau PAC. Penambahan ini mengakibatkan terbentuknya flok –flok yang lebih besar sehingga mengalami koagulasi yang akhirnya mengendap.
    - Penambahan tersebut memerlukan bak sedimentasi untuk mengendapkan koagu;an yang terbentuk, dengan mengatur debit air dan bak koagulasi.

Dalam menangani pengolahan air, langkah pertama yang dilakukan adalah mencari sebab utama zat pengotor tersebut. Jika zat pengotor tersebut mudah untuk dieliminasi maka langkah selanjutnya adalah debit yang sedang berjalan untuk melakukan langkah eliminasi agar kebutuhan air terpenuhi

Dalam proses pengolahan air (Water Treatment process) terbagi menjadi 4 proses pengolahan utama. 4 proses tersebut adalah :

- Pengolahan pendahuluan (Pre treatment process).
- Pengolahan pertama (primary treatment process).
- Pengolahan kedua (secondary treatment process).
- Pengolahan ketuga (tertiary treatment).

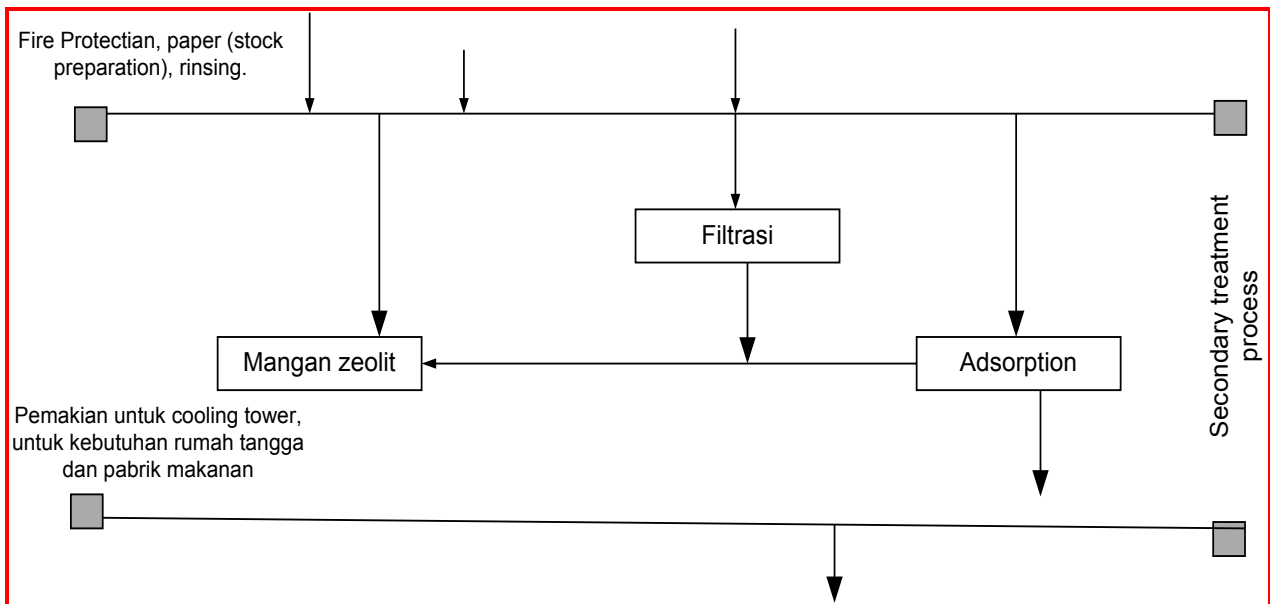
Semua proses pengolahan tersebut tidak semua terpakai secara keseluruhan, tetapi berdasarkan tingkat pencemar atau tingkat pengotor yang ke badan air.

b. Pengolahan pendahuluan dan pengolahan pertama (Pre Treatment & primary process).

Gambar 21. Flow Chart Diagram Pre Treatment Proses Dan Primary Treatment Proses.

Pada gambar diatas dijelaskan peruntukan air yang digunakan sebagai apa, proses pengolahan yang akan dilakukan, sebagai contoh :

- Air untuk keperluan pemadam kebakaran, mempunyai spesifikasi tertentu minimal tidak berbau dan tidak terikut padatan yang besar maksimal diameter terbawa 1 mm. jadi dalam melakukan proses pengolahan air tetap melihat presipitan atau pengotor yang terbawa dalam badan air dan spesifikasi dari badan air yang digunakan.
- Air Untuk penggunaan sebagai pemadam kebakaran, proses pencucian mesin, dan untuk kebutuhan stock preparation diambil dari primary treatmen ini.

Air untuk pemadam kebakaran masih disebutkan harus melewati proses primary treatment ini, yang dimaksud adalah jika dalam proses pretreatment masih kurang baik dari segi mutu misalnya air tersebut masih berbau maka perlu dilakukan proses lagi agar mutu air tersebut lebih baik.

c. Pengolahan Kedua (secondary process).

Gambar 22. Flow Proses Pengolahan kedua (Secondary Treatment).

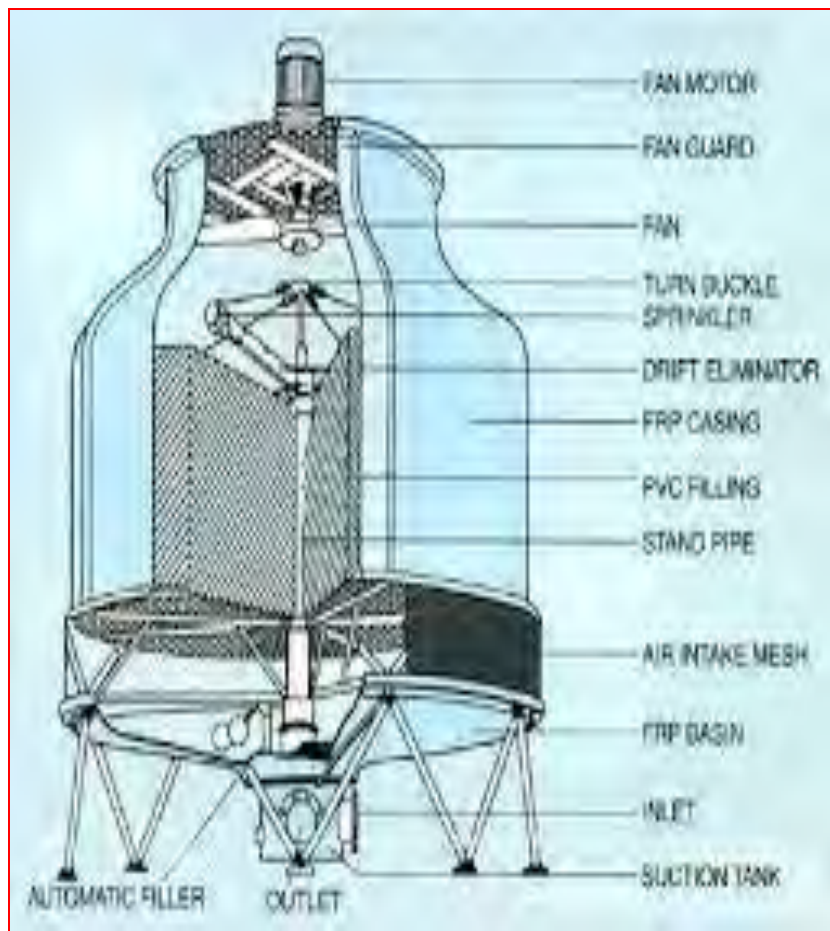
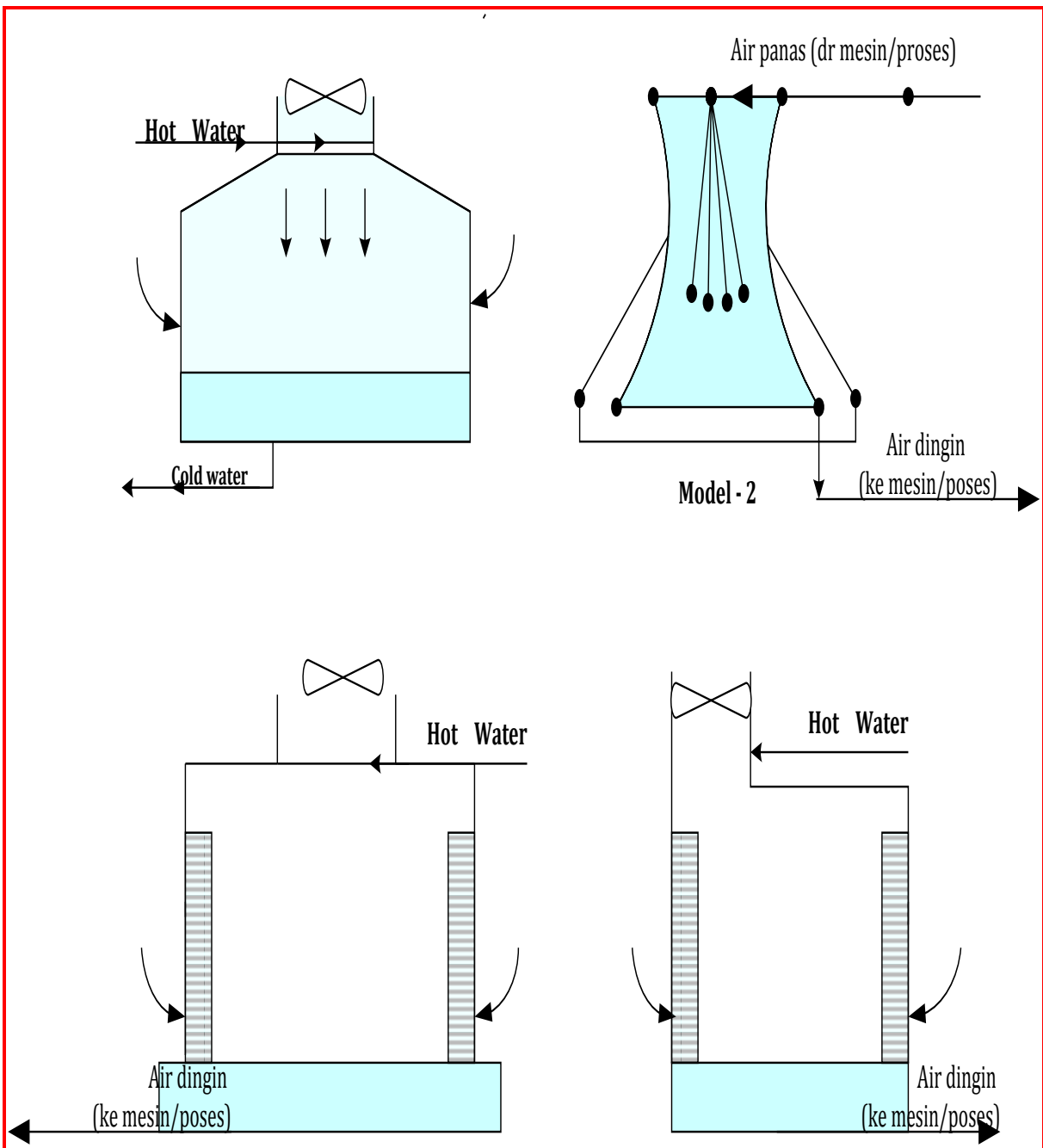
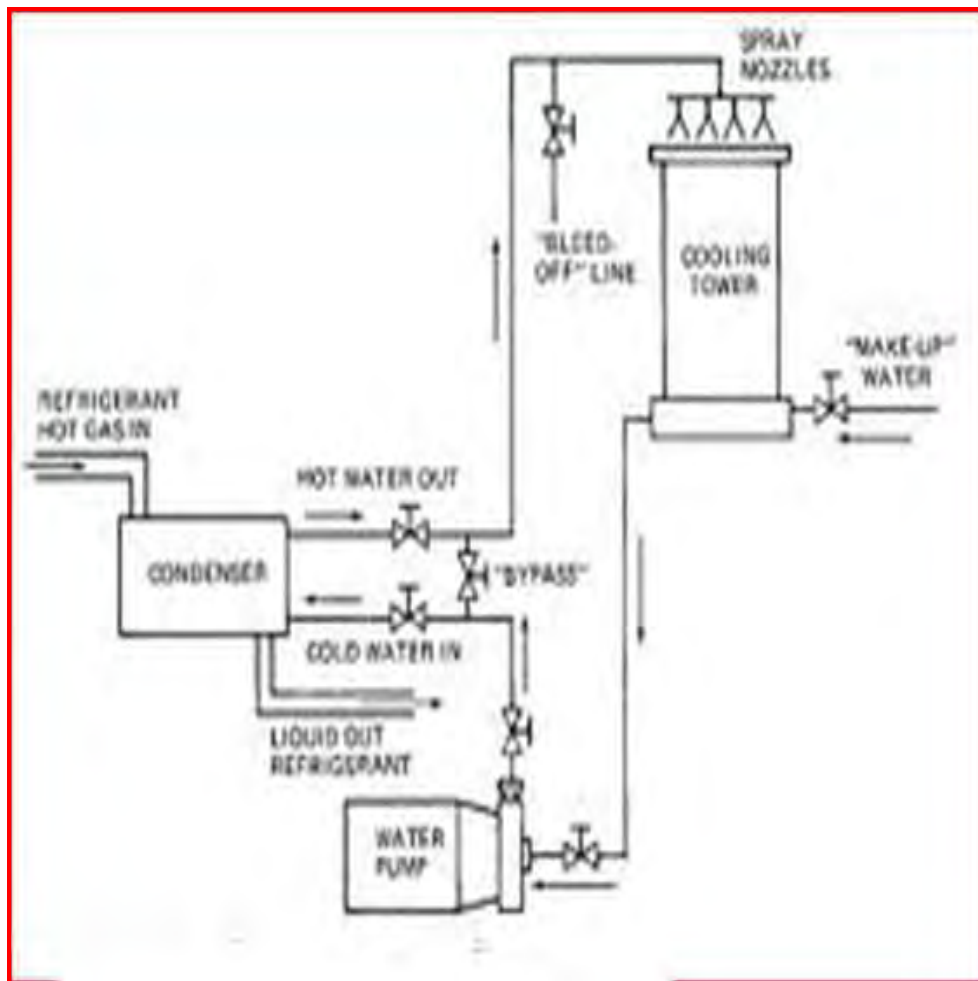
Pada proses pengolahan kedua ini dihasilkan air untuk kebutuhan cooling tower, industri makanan dan untuk keperluan rumah tangga. Air yang dihasilkan tidak berbau dan warna yang dihasilkan akan jernih dan bening. Perlu untuk diperhatikan adalah kebutuhan air dan alat yang tersedia untuk melakukan proses tersebut. Kemudian ketersediaan air yang akan diproses agar diperoleh sesuai dengan kebutuhan air.

Biaya operasional untuk melakukan seperti

Proses Filtrasi, Adsorpsi dan adsorpsi dengan mangan zeolite adalah nilai keamanan bagi mutu dari air yang dihasilkan, karena untuk kepentingan rumah tangga dan biasa digunakan untuk proses pabrik makanan. Penggunaan flow proses diatas adalah alternative yang lebih murah. Pertimbangan kebutuhan produk air dengan ketersediaan alat serta operator untuk melakukan ini proses seperti dalam flow chart diatas untuk kapasitas yang tidak besar, bisa mengunakan automatic controller.

Untuk kepentingan pabrik makanan dengan proses basah (Wet Process) dan cooling tower untuk kebutuhan mesin pendingin sebagai contoh pabrik pengolahan ikan beku skala export skala besar, sangat membutuhkan jumlah air yang banyak (debit yang besar), Untuk keperluan tersebut dibutuhkan operator (man Power) untuk opersional raw water penyedia air bersih,

- Cooling tower.

  Cooling tower berfungsi untuk mendinginkan air yang habis digunakan untuk mengambil panas dari mesin produksi, jadi di cooling tower inilah panas dari mesin yang diambil air dibuang dengan cara membuat air menjadi butiran – butiran halus kemudai panas dari air disedot oleh kipas hisap.

Gambar 23. Bentuk Fisik Dari Cooling Tower Portabel.

Gambar 24. Berbagai bentuk cooling tower.

Gambar 25. Aliran air pendingin pada mesin chilller ke cooling tower.

Air untuk kebutuhan cooling tower perlu perlakuan tambahan kimia (chemical Treatment) untuk mencegah korosi, scale (kerak) dan pengawasan dengan pengechekkan kandungan airnya.

Kondisi yang mengakibatkan korosi pada cooling tower sehingga proses perpindahan panas pada alat unit condenser pada mesin pendingin tidak berfungsi dengan baik adalah :

- Pengaruh kimia dari air yang digunakan (tanpa tretament) mengakibatkan cooling tower korosi:

- Pengaruh pH air cooling tower yang tidak dikontrol, misalnya pH air dalam cooling tower karena menggunakan bahan kontruksi tertentu pada cooling tower mengakibatkan pH turun. Hal ini berakibat menimbulkan korosif pada bahan yang lain, karena pengaruh air cooling tower yang asam.
- Pengaruh dari garam terlarut dalam air cooling tower, seperti garam dari kalsium, magnesium yang mengendap pada metal hingga menjadi deposit (kerak). Karena adanya deposit ini maka proses perpindahan panas pada cooling tower jadi tidak berfungsi.
- Pengaruh dari gas yang terlarut, yang dimaksud dengan pengaruh gas yang terlarut dalam air cooling tower dapat mengakibatkan proses korosi, adapun mekanisme dari proses korosi adalah sebagai berikut :
  - Pengaruh gas oksigen yang terlarut dalam air cooling tower, gas okesigen memudahkan terjadinya polarisasi pada logam akibatnya gas oksigen yang terlarut memicu pembebtukan anoda.
  - Pengaruh Gas amaonia, karena kontak dengan udara bebas adanya nitrogen dan hidrogen mengakibatkan karat pada logam tembaga.
  - Pengaruh Gas CO2 berakibat pada pembentukan asam karbonat yang memicu perubahan pH pada air coolin tower. Dengan turunnya pH berakibat memicu korosi.
- Pengaruh padatan yang terlarut terlalu besar berakibat pembentukan deposit pada logam yang mengakibatkan terjadinya korosi (dibawah deposit akan terbentuk perbedaan sehingga memicu proses anoda katoda yang berakibat terbentuknya korosi.

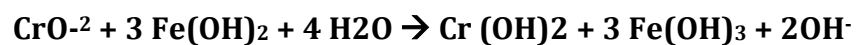
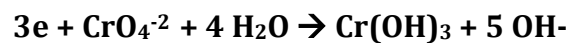
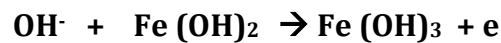
- Pengaruh fisika dari air yang mengakibatkan cooling tower korosi:
  - Pengaruh suhu terhadap pembentukan korosi. Pengaruh ini diakibatkan oleh adanya daerah air yang bersuhu panas dan daerah air yang bersuhu dingin. Akibat dari ini timbul proses anoda dan katoda. Air yang beruhu lebih panas sebagai anoda.
  - Pengaruh perlakuan mekanis terhadap logam, walaupun proses ini dipengaruhi tentang metallurgi dari logam, namun stressing pada waktu pengerjaan sistem cooling tower juga memicu terjadinya proses korosi.
- Penambahan bahan kimia untuk mencegah terjadinya korosi.

  Bahan kimia yang dipakai untuk mencegah terjadinya korosi adalah bahan kimia yang biasa dipakai dalam cooling tower water treatment yaitu :

  - Bahan kimia chromate : bahan kimia ini sudah banyak terbukti untuk mencegah terjadinya korosi dan scale dalam cooling tower. Mekanisme reaksi dalam mencegah korosif adalah sebagai berikut :

    $OH^- + Fe(OH)_2 \rightarrow Fe(OH)_3 + e$

    $3e + CrO_4^{-2} + 4 H_2O \rightarrow Cr(OH)_3 + 5 OH-$

    $CrO^{-2} + 3 Fe(OH)_2 + 4 H2O \rightarrow Cr (OH)2 + 3 Fe(OH)_3 + 2OH^-$

    Dari reaksi diatas ion chromat menaikan bilangan oksidasi ari fero hingga terbentuk ferri hdroksida yang mengendap dalam air cooling tower.

  - Senyawa an organik pospate

    Senyawa an organik pospate ini mencegah terbentuknya endapan dengan membentuk senyawa komplek yang daoat mengadsorpsi potensi terjadinya korosi.

Eksplorasi & mengumpulkan informasi !!

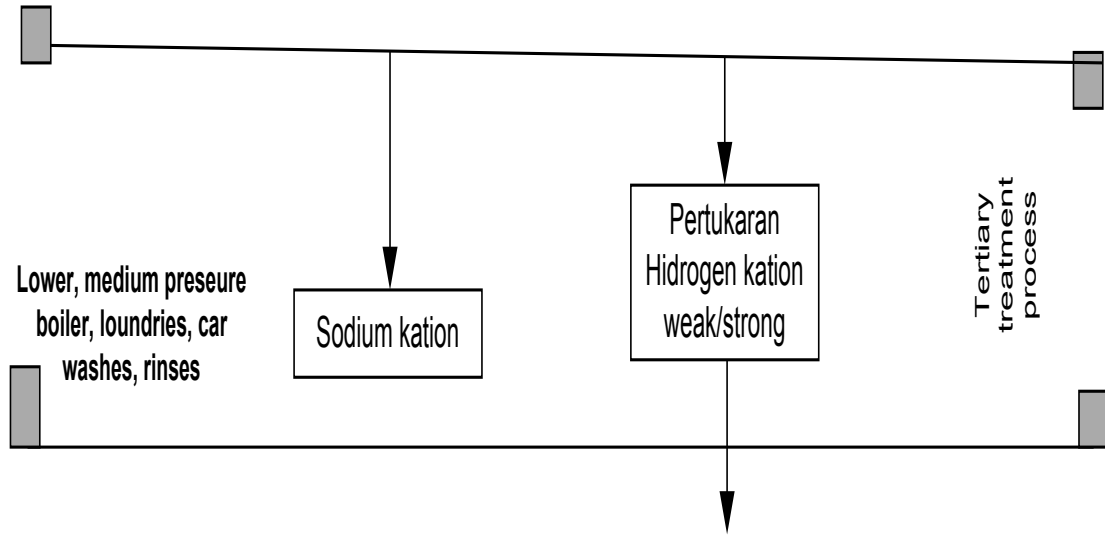
Lakukanlah pembgian kelompok dalam satu kelas, kemudian Lakukanlah obervasi dan pengambilan contoh untuk contoh air tanah disekitar lingkungan sekolah! Lakukanlah observasi dengan terhadap air tersebut d.engan mengumpulkan informasi, dan mencoba melakukan proses dalam langkah pre treatment, primary treatment dan secondary treatment

Mengasosiasi

Jelaskan hubungan antara air dan kualitas dari mutu air tersebut,!!

Mengkomunikasi

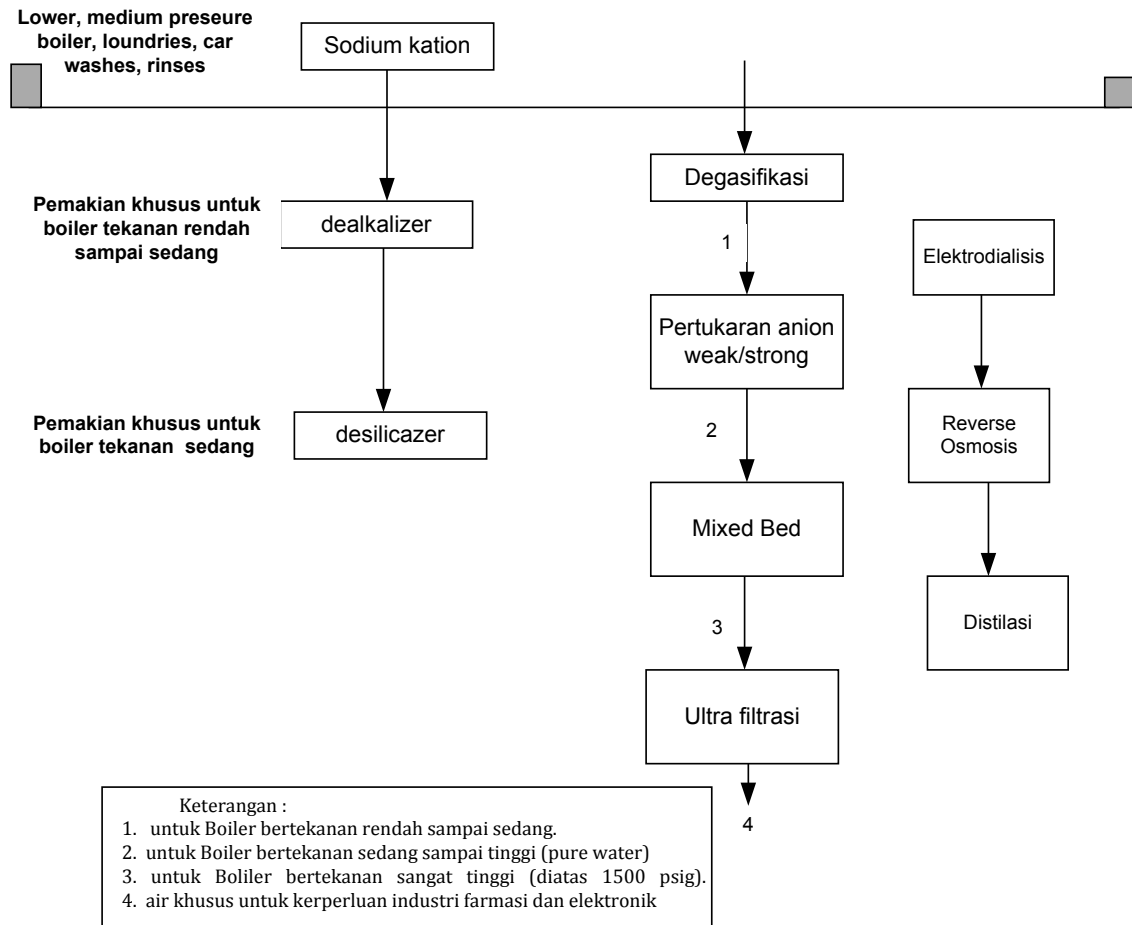
Sampaikan kepada kelompok – kelompok yang lain mengenai hasil pengamatan dan identifikasi tersebut, samakah pendapat anda dengan pendapat kelompok kelompok yang lain?

d. Pengolahan Ketiga.

Gambar 26. Flow Proses Pengolahan Air Ketiga (Tertiary Process).

Pada proses pengolahan ketiga ini teknologi yang digunakan termasuk yang belum banyak dikenal, dengan berbagai proses yang menjadi pertimbangan, seperti misalnya penukar kation (kation exchange lemah/kuat) atau menggunakan proses sodium kation bertujuan untuk menggantikan kation kation dari garam/basa yang tersisa yang masih terlarut dalam badan air.

Alat yang lain yang bisa digunakan untuk proses penggantian kation ini adalah pertukaran hidrogen/kation exchange dengan menggunakan elektrolit lemah atau menggunakan elektrolit kuat yang bergantung dari pencemar yang berada dalam badan air.

Air ini digunakan untuk boiler dengan tekanan yang rendah sampai sedang. Untuk boiler dengan Tekanan diatas sedang dikawatirkan akan menimbulkan scale (kerak).

e. Pengolahan Air Dengan Tujuan Khusus (Ultimate Process).

Gambar 27. Flow Proses Pengolahan Akhir Dengan Tujuan Khusus.

Pengolahan dengan sederet rangkaian yang harus dilalui ini mempunyai tujuan khusus karena disamping biaya operasionalnya yang mahal, juga proses pengawasan yang ketat pada sistem operasi masing masing peralatan tersebut agar dihasilkan mutu air sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan.

f. Air untuk kebutuhan boiler.

Boiller adalah tungku dalam berbagai bentuk dan ukuran yang digunakan untuk menghasilkan uap. Lewat penguapan ini, uap air yang dihasilkan untuk

dipakai pada berbagai macam proses pengolahan, seperti pada proses dyieng pada pabrik tekstil, pemasakan mie dan kedelai pada pabri mie instan dan susu kedelai bubuk, untuk steam/uap super heated untuk pembangkit tenaga listrik lewat turbin penghasil tenaga listrik..

Sistem kerjanya yaitu air diubah menjadi uap. Panas disalurkan ke air dalam boiler, dan uap yang dihasilkan terus – menerus. Feed water boiler dikirim ke boiler untuk menggantikan uap yang hilang. Saat uap meninggalkan air boiler, partikel padat yang terlarut semula dalam feed water boiler tertinggal.

Boiler sendiri dibagi menjadi 3 krteria yaitu boiler bertekanan rendah, boiler bertekanan sedang dan boiler bertekanan tinggi. Sedangkan menurut tata letaknya dibagi boiler lorong api dan boiler lorong air, pada boiler lorong air inilah merupakan boiler bertekanan tinggi.

Partikel padat yang tertinggal menjadi makin terkonsentrasi, dan pada saatnya mencapai suatu level dimana konsentrasi lebih lanjut akan menyebabkan kerak (scale) dan fouling (kotoran yang terkosentrasi kemudian menempel pada pipa boiler). Scale diakibatkan karena logam Ca, Mg sedangkan fouling dikarenakan partikel – partikel pengotor yang terikut kedalam air umpan boiler sehingga menjadi menempel pada pipa boiler.

Sistem umpan air boiler dibagi menjadi 2 bagian yaitu once-through sistem (sistem terbuka dan sistem tertutup (closed system). Untuk sistem terbuka diperlukan dua pengolahan untuk air umpan boilernya yaitu :

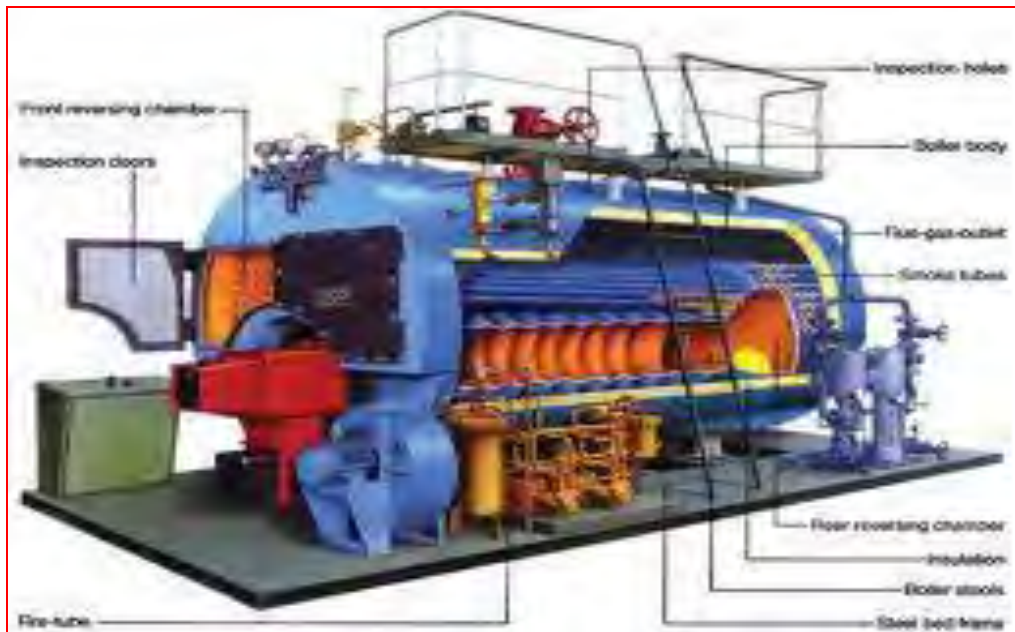
- Pengolahan untuk mencegah bertumbuhnya mikrobiologi yang terkandung dalam air umpan boiler. Jika tidak dilakukan pencegahan mikrobilogi ini mengakibatkan fouling pada pipa – pipa bolier. Mencegah pertumbuhan mikrobiologi ini menggunakan bahan kimia seperti bromine dioksid dan chlorine dioksid.

- Pengolahan dengan menambahkan bahan kimia untuk mencegah korosi dan scale, penambahan bahan kimia ini menggunakan senyawa kompleks karena krosi misalnya bisa diakibatkan karena kandungan oksigen terlarut besar sehingga perlu penambahan misalnya hidrogen sulfid dengan dosis kecil, sedangkan untuk mencegah scale diperlukan senyawa komplek untuk menrunkan kandungan Ca dan Mg.
- Dosis untuk sstem terbuka dihitung dengan sistem lb dosis, perhitungan ini adalah sebagai berikut :

$$\frac{lbs}{dose} = \frac{P \ x \ Q \ x \ T}{120.000}$$

P = ppm yang dikehendaki terkadung dalam air umpan. Perhitungan nilai P berdasarkan analisis dari kandungan pengotor atau kandungan penyebab deposit/scale.

Q = kecepatan air masuk kedalam sistem (dihitung dengan GPM).

T = waktu dalam menit.

Gambar 28. Boiler Horizontal (Lorong Api)

Gambar 29. boiler vrtikal, steam yang dihasilkan untuk pembangkit listrik.

Gambar 30. Boiler lorong api dengan rangkaian pipa lorong apinya.

Feed water untuk boiler bertekanan rendah sampai sedang harus memenuhi prasyarat kondisi kandungan air mengikuti tabel dibawah ini:

Parameter	**Satuan**	**Pengendalian Batas**
Ph	Unit	10.5 – 11.5
Conductivity	µmhos/cm	5000, max
TDS	Ppm	3500, max
P – Alkalinity	Ppm	-
M – Alkalinity	Ppm	800, max
O – Alkalinity	Ppm	2.5 x SiO_2, min
T. Hardness	Ppm	-
Silica	Ppm	150, max
Besi	Ppm	2, max
Phosphat residual	Ppm	20 – 50
Sulfite residual	Ppm	20 – 50
pH condensate	Unit	8.0 – 9.0

Sumber dari drew water treatment

Ketidaksesuaian kandungan kimia pada air umpan boiler menurut spesifikasi mutu air boiler pada tabel diatas akan menyebabkan terjadinya :

- **Korosi**

  Peristiwa korosi adalah peristiwa elektrokimia, dimana logam berubah menjadi bentuk asalnya akibat dari oksidasi yang disebabkan berikatannya oksigen dengan logam, akibatnya pipa boiler jadi berkarat kemudian mengalami

pinipisan dan menjadi retak yang berakibat boiler bisa meledak dengan bercampurnya panas dan steam yang berubah tekanannya menjadi tekanan tinggi.

Penyebab korosi Boiller:

– Oksigen Terlarut

– Alkalinity (Korosi pH tinggi pada Boiler tekanan tinggi)

– Karbon dioksida (korosi asam karbonat pada jalur kondensat)

– Korosi khelate (EDTA sebagai pengolahan pencegah kerak)

- **Kerak.**

  Kerak atau secale pada boiler bertekanan rendah sampau sedang menurunkan efsiensi proses perpindahan panas antara ruang bakar pada boiler dengan air yang akan dijadikan steam, akibatnya akan membutuhkan energi panas yang lebih besar sehingga konsumsi bahan bakar akan menjadi lebih boros. Boiler dengan lorong api akan mengakibatkan minipisnya pipa boiler air hingga berakibat keropos, keroposnya pipa ini bisa mengakibatkan ledakan pada boiler.

  Pada boiler dengan tekanan tinggi akan mengakibatkan konsumsi energinya jauh lebi tinggi. Disamping itu jika pipa tipis pada boiler lorong air, menimbulkan resiko disamping ledakan juga timbulnya gas beracun hasil treatmen dari air yang mengalami dekomposis oleh pengaruh panas api dari bahan bakar.

  Mekanisme terjadinya scale atau kerak dan deposit terhadap proses korosif pada pipa boiler :

Dibawah scale ini terjadi proses korosi karena proses terjadinya polarisasi, bagian bawah membentuk anoda, sehingga mengakibatkan potensi terjadinya korosi.

– Kerak boiler berbentuk senyawa: $CaCO_3$, $Ca_3 (PO_4)_2$, $Mg(OH)_2$, $MgSiO_3$, SiO_2, $Fe_2(CO_3)_3$, $FePO_4$

- **Endapan**

  Pembekuan material non mineral pada boiler, umumnya berasal dari:

  – Oksida besi sebagai produk korosi

  – Materi organic (kotoran matari dari mikrobiologi, minyak dan getah),

  Boiler bersifat alkalinity jika, terkena gliserida maka akan terjadi reaksi penyabunan.. Partikel padat tersuspensi dari feedwater (tanah endapan dan pasir) Dari peristiwa – peristiwa ini mengakibatkan terbentuknya deposit pada pipa superheater, menyebabkan peristiwa overheating dan pecahnya pipa, terbentuknya deposit pada sirip turbin, menyebabkan turunnya effisiensi tenaga sehingga membutuhkan banyak steam untuk melakukan proses tersebut.

Eksplorasi & mengumpulkan informasi !!

Lakukanlah pembgian kelompok dalam satu kelas, kemudian Lakukanlah obervasi dan pengambilan contoh untuk contoh air boiler, air & cooling tower jika ada dilingkungan sekolah! Lakukanlah observasi dengan terhadap air tersebut d.engan mengumpulkan informasi, dan mencoba melakukan proses dalam langkah pre treatment, primary treatment dan secondary treatment

Mengasosiasi

Jelaskan hubungan antara air dan kualitas dari mutu air tersebut ,!!

Mengkomunikasi

Sampaikan kepada kelompok – kelompok yang lain mengenai hasil pengamatan dan identifikasi tersebut, samakah pendapat anda dengan pendapat kelompok kelompok yang lain?

3. Tugas.

1). Lakukanlah peninjuan suatu proses pengolahan air untuk proses industri pengolahan pangan dan pengolahan non pangan. Gambarkan dengan menggunakan plug flow diagram sesuai dengan proses yang ada di industri.lakukanlah secara berkelompok untuk mengamati, menanya, mengobservasi, mengasiosiasi dan mengkomunikasikan.

2). Bersama dengan rekan seklas, guru anda, lakukanlah Peninjuan prosesnya kemudian gambarkan dengan menggunakan Plug flow diagram tersebut air untuk boiler atau cooling tower ?

4. Refleksi.

Isilah pernyataan berikut ini sebagai refleksi pembelajaran!

a Dari hasil kegiatan pembelajaran apa saja yang telah anda peroleh dari aspek pengetahuan, keterampilan dan sikap?

b Apakah anda merasakan manfaat dari pembelajaran tersebut, jika ya apa manfaat yang anda peroleh? jika tidak mengapa?

c Apa yang anda rencanakan untuk mengimplementasikan pengetahuan, keterampilan dan sikap dari apa yang telah anda pelajari?

d Apa yang anda harapkan untuk pembelajaran berikutnya?

5. Tes Formatif.

1) Sebutkan dan jelaskan Pengolahan air untuk keperluan rumah tangga ?
2) Sebutkan dan jelaskan Pengolahan air untuk proses ?
3) Sebutkan dan jelaskan Pengolahan air untuk *cooling tower* ?
4) Sebutkan dan jelaskan Pengolahan air Pengolahan air untuk boiler ?.
5) Sebutkan dan jelaskan Pengolahan air limbah dan baku mutu air limbah ?

C. Penilaian.

1. Penilaian Sikap.

INSTRUMEN PENILAIAN PENGAMATAN SIKAP
DALAM PROSES PEMBELAJARAN

Petunjuk :

Berilah tanda cek (√) pada kolom skor sesuai sikap yang ditampilkan oleh peserta didik, dengan kriteria sebagai berikut :

Nama Peserta Didik : ....

Kelas : ....

Topik : ....

Sub Topik :..........................

Tanggal Pengamatan : ....

Pertemuann ke : ....

No	Aspek Pengamatan	Skor				Keterangan
		1	2	3	4	
1	Sebelum memulai pelajaran, berdoa sesuai agama yang dianut siswa					
2	Interaksi siswa dalam konteks pembelajaran di kelas					
3	Kesungguhan siswa dalam melaksanakan praktek					
4	Ketelitian siswa selama mengerjakan praktek					
5	Kejujuran selama melaksanakan praktek					
6	Disiplin selama melaksanakan praktek					
8	Tanggung jawab siswa mengerjakan praktek					
9	Kerjasama antar siswa dalam belajar					
10	Menghargai pendapat teman dalam kelompok					
11	Menghargai pendapat teman kelompok lain					
12	Memiliki sikap santun selama pembelajaran					
	Jumlah					
	Total					
	Nilai Akhir					

Kualifikasi Nilai pada penilaian sikap

Skor	Kualifikasi
1,00 – 1,99	Kurang
2,00 – 2,99	Cukup
3,00 – 3,99	Baik
4,00	Sangat baik

$$\mathbf{NA} = \frac{\sum \mathbf{skor}}{\mathbf{12}}$$

RUBIK PENILAIAN PENGAMATAN SIKAP
DALAM PROSES PEMBELAJARAN

ASPEK	KRITERIA	SKOR
A. Berdoa sesuai agama yang dianut siswa	Selalu tampak	4
	Sering tampak	3
	Mulai tampak	2
	Belum tampak	1
B. Interaksi siswa dalam konteks pembelajaran	Selalu tampak	4
	Sering tampak	3
	Mulai tampak	2
	Belum tampak	1
C. Ketelitian siswa selama mengerjakan praktek	Selalu tampak	4
	Sering tampak	3
	Mulai tampak	2
	Belum tampak	1
D. Kejujuran selama melaksanakan praktek	Selalu tampak	4
	Sering tampak	3
	Mulai tampak	2
	Belum tampak	1
E. Disiplin selama melaksanakan praktek	Selalu tampak	4
	Sering tampak	3
	Mulai tampak	2
	Belum tampak	1

F. Memiliki sikap santun selama pembelajaran	Selalu tampak	4
	Sering tampak	3
	Mulai tampak	2
	Belum tampak	1
G. Tanggung jawab siswa mengerjakan praktek	Selalu tampak	4
	Sering tampak	3
	Mulai tampak	2
	Belum tampak	1
H. Kesungguhan dalam mengerjakan tugas	Selalu tampak	4
	Sering tampak	3
	Mulai tampak	2
	Belum tampak	1
I. Kerjasama antar siswa dalam belajar	Selalu tampak	4
	Sering tampak	3
	Mulai tampak	2
	Belum tampak	1
J. Menghargai pendapat teman dalam kelompok	Selalu tampak	4
	Sering tampak	3
	Mulai tampak	2
	Belum tampak	1
K. Menghargai pendapat teman dalam kelompok	Selalu tampak	4
	Sering tampak	3
	Mulai tampak	2
	Belum tampak	1

DAFTAR NILAI SISWA ASPEK SIKAP DALAM PEMBELAJARAN

TEKNIK NON TES BENTUK PENGAMATAN

Nama Peserta Didik : ....

Kelas : ....

Topik : ....

Sub Topik :..........................

Tanggal Pengamatan : ....

Pertemuan ke : ....

No	Nama Siswa	Skor Aktivitas Siswa											Jml	NA
		Aspek Sikap												
		Berdoa sebelum	Interaksi	Ketelitian	Kejujuran	Disiplin	Santun	Tanggungjawab	Kesungguhan	Kerjasama	Menghargai dlm klpk	Menghargai klpk lain		
1														
2														
3														
4														
5														

DAFTAR NILAI SISWA ASPEK SIKAP DALAM PEMBELAJARAN

PENILAIAN DIRI

Nama Peserta Didik : ....

Kelas : ....

Topik : ....

Sub Topik :........................

Tanggal Pengamatan : ....

Pertemuan ke : ....

Tabel Cek list penilaian diri !

NO	PERNYATAAN	YA	TIDAK
1	Saya mampu mengidentifikasi kestimbangan reaksi dalam proses kimia industri.		
2	Saya mampu mengidentifikasi stokiometri dan konversi dalam proses idustri kimia sederhana.		
3	Saya bisa mengidentifikasi penambahan katalis dan reaksi bergeser kekiri/kekanan dalam proses industri kimia sederhana.		
4	Saya bisa mengidentifikasi reaksi eksotermis dan endothermis dalam proses industry kimia sederhana		
5	Saya bisa mengidentifikasi order reaksi pada proses industry kimia		

2. Penilaian Pengetahuan

1. Gambarkan dan Jelaskan Prinsip Pengolahan air untuk keperluan rumah tangga dan proses.
2. Gambarkan Dan Jelaskan Prinsip Pengolahan air untuk *cooling tower*.
3. Gambarkan dan jelaskan Prinsip dari Pengolahan air untuk boiler.
4. Gambarkan dan jelaskan Prinsip dari simbol elektrik kontrol dalam proses
5. Gambarkan dan jelaskan Prinsip Pengolahan air limbah dan bakumutu air lmbah

3. Penilaian Keterampilan

INSTRUMEN PENILAIAN PENGAMATAN ASPEK KETERAMPILAN
DALAM PROSES PEMBELAJARAN

Nama Peserta Didik : ....
Kelas : ....
Topik : ....
Sub Topik :..........................
Tanggal Pengamatan : ....
Pertemuan ke : ....

Petunjuk :
Berilah tanda cek (√) pada kolom skor sesuai sikap yang ditampilkan oleh peserta didik, dengan kriteria sebagai berikut :

No	Aspek Yang Dinilai	Skor				Ket
		1	2	3	4	
1.	Membaca buku bacaan / sumber belajar lainnya sebelum pelajaran					
2.	Memahami konsep 5M dalam pembelajaran					
3.	Mengaplikasikan kegiatan 5M yang dicantumkan					
4.	Identifikasi proses kestimbangan reaksi dan system stokiometrinya.					
5.	Identifikasi penggunaan penambahan katalis dan pengendalian reaksi					
6.	Identifikasi suatu proses agar bergeser kekiri atau kekanan					
7.	Identifikasi sederhana tentang order reaksi					
8.	Identifikasi system reaksi berjalan eksotermis atau endotermis terhadap pemungutan haisil					

9.	Menulis laporan praktek sesuai out line yang dianjurkan					
10.	Menulis laporan dengan memaparkan dan membahas data hasil praktek					

Keterangan skor :

1 : tidak terampil, belum dapat melakukan sama sekali

2 : sedikit terampil, belum dapat melakukan tugas dengan baik

3 : cukup terampil, sudah mulai dapat melakukan tugas dengan baik

4 : terampil, sudah dapat melakukan tugas dengan baik

KEGIATAN PEMBELAJARAN 4. MENERAPKAN PROSES FISIKA DAN PROSES KIMIA DALAM INDUSTRI KLOR ALKALI, SABUN DAN DITERGEN.

A. Deskripsi.

Mengoperasikan proses fisika dan proses kimia pada industri klor alkali, potasium, sabun dan ditergen

B. Kegiatan Belajar.

1. Tujuan Pembelajaran.

Siswa yang mempelajari topik ini diharapkan mampu:

a. Proses Pengolahan Industri khlor alkali.
b. Proses Pengolahan Industri potasium.
c. Proses Pengolahan Industri sabun.
d. Proses Pengolahan Industri ditergen.

2. Uraian Materi

a. Proses Khor Alkali.

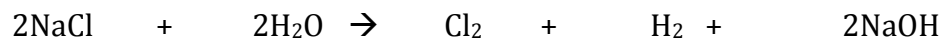
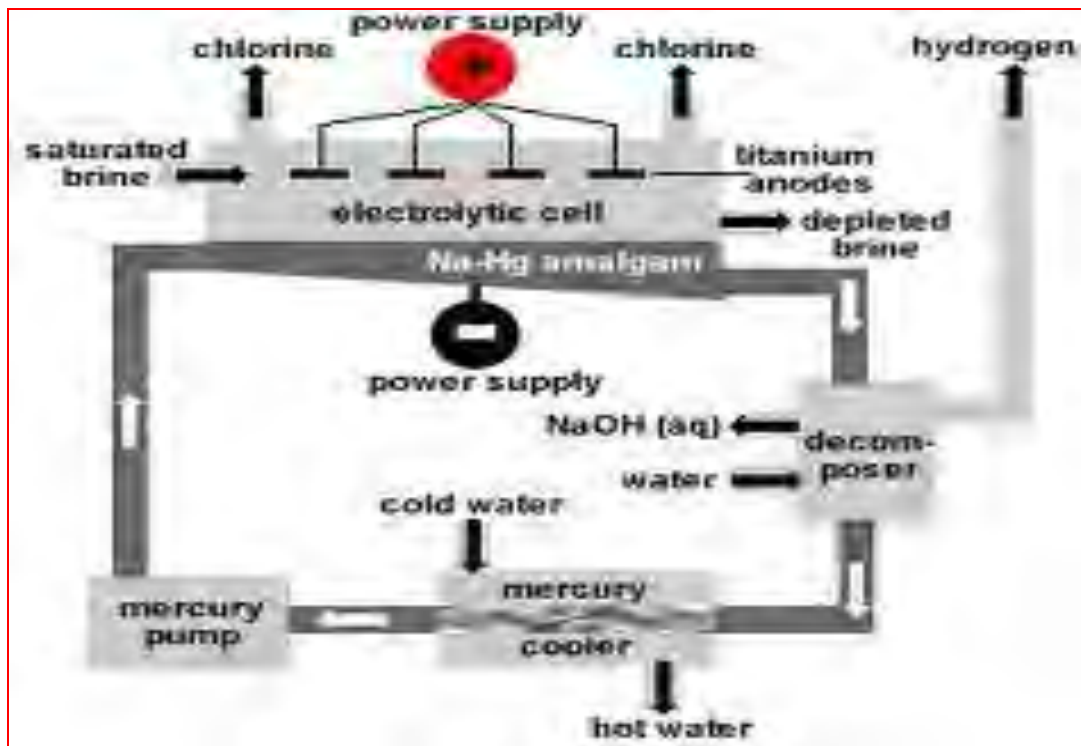
Proses pembuatan senyawa chlor alkali melalui sel elektrokimia dengan bahan baku dari air laut yaitu larutan garam. Proses elektrolisa tersebut tidak hanya menghasilkan chlor dan alkali saja tetapi juga menghasilkan senyawa hidrogen, produk yang pertama dari sel ini adalah gas Cl_2 . gas chlor ini diproduksi sangat melimpah dengan banyak tersedianya bahan baku, penggunaan gas chlor dalam pemakian di industri sangat luas. Gas chlor pertama kali sebagai bahan pemutih (bleachinh agent) pada industri tekstile

dan kertas yang telah dimulai sejak tahun 1950, dari momen ini penggunaan chlorine meningkat tajam sebagai bahan baku dalam sintesa organik. Chlorine sebagai bahan baku utama dalam pada kontruksi bangunan, sebagai pelarut dan sebagai bahan baku industri insektisida. Produksi per tahu dari chlor ini adalah 9,9 juta mega-gram, dalam tahun 1990, memuncak drastis terutama pada tahun 1989.

Awal proses pembuatan adalah dengan memurnikan larutan garan yang diperoleh dari air laut, larutan ini dimurnikan kemudain dikosentrasikan hingga kepekatan tertentu. Beberapa perusahaan seperti assahi chemical menggunakan teknologi membrane penukar ion untuk proses elektrolisa, dari proses ini menghasilkan kostik soda, gas chlorine dan gas hidrogen. **Diskripsi Proses.** Dalam proses pembuatan chlorine (cl2) ada 3 tipe proses yang dikenal dan biasa dignakan dalam industri pengolahannya. Proses tersebut adalah :

- Diafragma cell.
- Merkuri cell.
- Membrane proses.

Reaksi yang berjalan dapat digambarkan sebagai berikut :

$$2NaCl + 2H_2O \rightarrow Cl_2 + H_2 + 2NaOH$$

Gambar 31. Sel elektrolisa dari larutan garam menghasilkan Cl2, H_2 dan NaOH

Dalam ilustrasi diatas dihasilkan pada kutub anoda atau kutub positif adalah gas chlorine, sedangkan untuk kutub negatif atau kutun katode adalah soda kostik dan hidrogen (H_2).

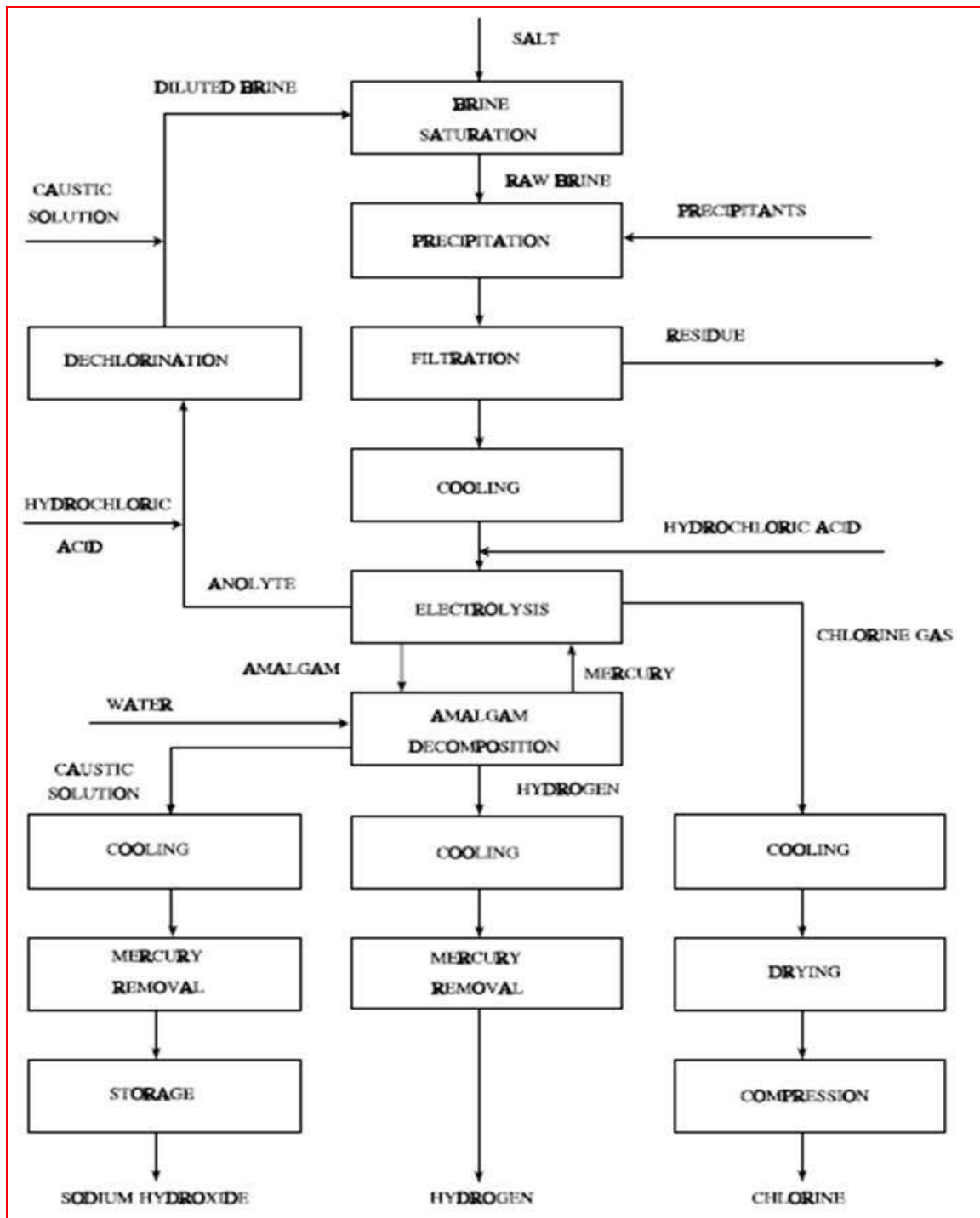
Di indonesia pabrik pengolahan air laut menjadi produk chlorin, sodium hidroksida atau disebut sebagai soda kostik dan has hidrogen ini adalah PT. Asahi Mass Glass, dengan proses yang dilakukan melalui kation membrane sell. Namun di negara yang lain seperti Amerika, 94 & masih banyak menggunakan proses sell diagframe atau merkuri proses.

1) Mercuri Cell.

Untuk melihat proses pembuatan gas chlorine, gas H2 dan soda kostik dengan sel mercuri lihat blok diagram dibawah ini. Larutan garam masuk dimurnikan dengan proses filtrasi kemudian ditingkatkan kosentrasinya dengan sedikit pemanasan. Proses selanjutnya adalah larutan garam masuk berbarengan

dengan larutan merkuri (cocurrent process), kemudian larutan merkuri sebagai bertindak sebagai anoda dan setelah proses elekrolisis terjadi maka gas Cl2 keluar dari sel merkuri, kemudian diperlakukan dengan pendinginan dan pengeringan. katode yang terbuat dari senyawa sodium nenghasilkan larutan amalgam (campuran merkuri dengan sodium) .

Amalgam dlarutkan dengan air untuk memisahkan sodium (natrium) dari air raksa, reaksi ini menghasilkan larutan kostik, gas H2 dan merkuri. Dua Tabel dibawah ini adalah ringkasandari emisi faktor dari pabrik chlor alkali dengan proses merkuri. Faktor diekspresikan dengan satuan kg/Mg.

Emisi yang lain dihasilkan dari proses ini adalah gas merkuri arena proses reaksi elktrolisa, gas karbondioksid dan karbon monoside, emisi dari proses sel merkuri ini cukup berpengaruh terhadap kondisi lingkungan sekitar, diperlukan kontrol yang kuat karena merkuri pernah meracuni lingkungan di negara jepang yang terkenal dengan khasus teluk minamata, akibat dari pencemaran lingkungan oleh merkuri menyebabkan cacat permanen. Di indonesia pabrik chlorin dan kostik ini dengan menggunakansel merkuri ini sudah tidak digunakan rata rata pabrik menggunakan kationik membrane sel.

Gambar 32. Proses pembuatan gas chlor, gas hidrogen dan kostik dengan sel merkuri

Tabel dibawah ini menunjukan tingkat emisi faktor dari gas merkuri, agar dihindarkan dalam pembuatan kostik soda, chlorin dan has hidrogen menggunakan sel merkuri.

Source	Chlorine Gas (kg/Mg Of Chlorine Produced)
Liquefaction blow gases	
Diaphragm cell (SCC 3-01-008-01)	10 - 50
Mercury cell (SCC 3-01-008-02)	20 - 80
Water absorber[b] (SCC 3-01-008-99)	0.830
Caustic scrubber[b] (SCC 3-01-008-99)	0.006
Chlorine loading	
Returned tank car vents (SCC 3-01-008-03)	4.1
Shipping container vents (SCC 3-01-008-04)	8.7
Mercury cell brine air blowing (SCC 3-01-008-05)	2.7

[a] Reference 4. SCC = Source Classification Code.
[b] Control devices.

Source	Chlorine Gas (lb/ton Of Chlorine Produced)
Liquefaction blow gases	
Diaphragm cell (SCC 3-01-008-01)	20 - 100
Mercury cell (SCC 3-01-008-02)	40 - 160
Water absorber[b] (SCC 3-01-008-99)	1.66
Caustic scrubber[b] (SCC 3-01-008-99)	0.012
Chlorine loading	
Returned tank car vents (SCC 3-01-008-03)	8.2
Shipping container vents (SCC 3-01-008-04)	17.3
Mercury cell brine air blowing (SCC 3-01-008-05)	5.4

[a] Reference 4. SCC = Source Classification Code.
[b] Control devices.

Type Of Source	Mercury Gas	
	kg/Mg Of Chlorine Produced	lb/ton Of Chlorine Produced
Hydrogen vent (SCC 3-01-008-02)		
Uncontrolled	0.0017	0.0033
Controlled	0.0006	0.0012
End box (SCC 3-01-008-02)	0.005	0.010

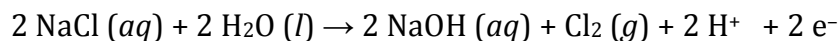
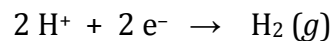
[a] SCC = Source Classification Code.

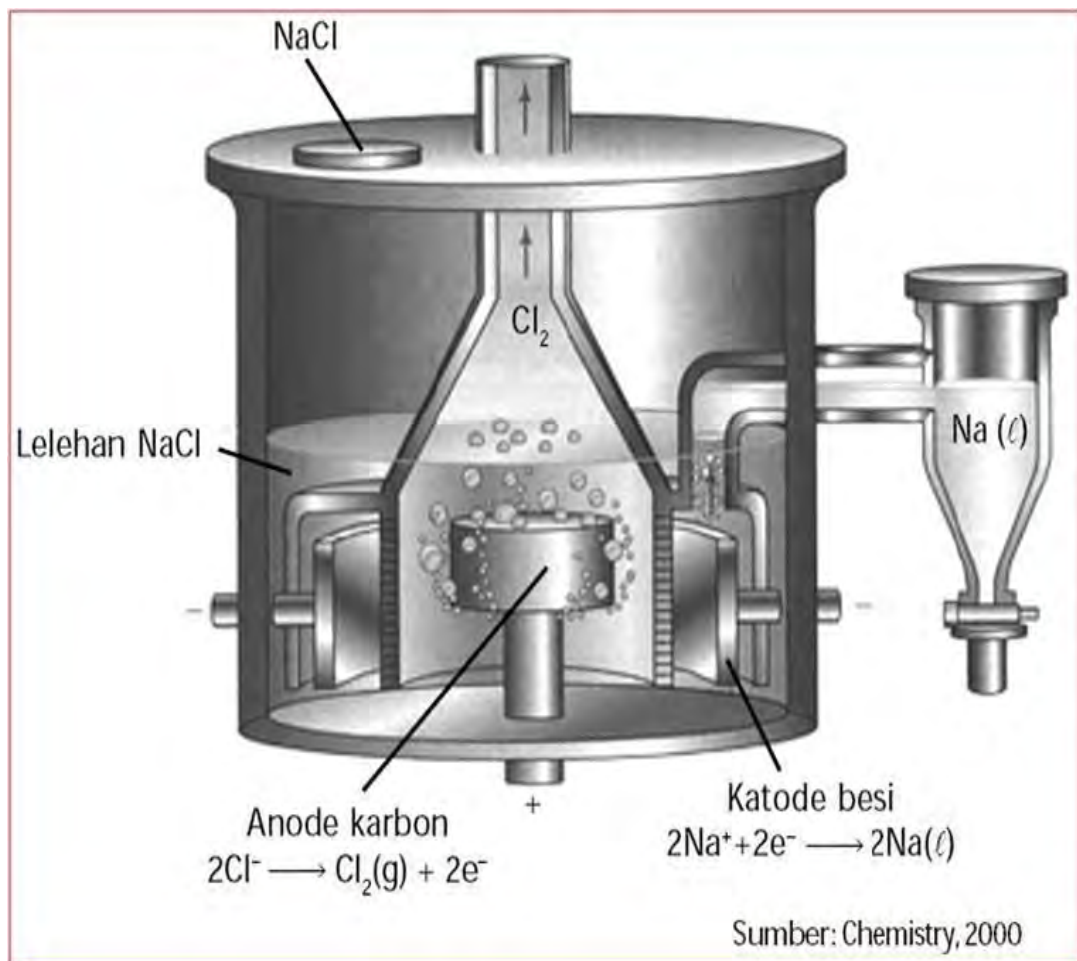
2) Diaphragm Cell

Air garam yang masuk dimurnikan dengan cara yang menggunakan proses filtrasi kemudian di kosentrasikan dengan menggunakan panas sampai mendekati jenuh, larutan mendekati jebuh tersebut kemudian dialirkan ke sel eleltrolisa sambil dipanaskan, arus listrik dihidupkan, posisi katoda dan anoda terpisah dengan membrane permeabel asbestos, dari kutub anoda dihasilkan gas Cl2 kemudian larutan garam dialirkan ke kutub negatif melawati membrane ini untuk menghasilkan larutan NaOH dan gas hidrogen.

Reaksi per kutub :

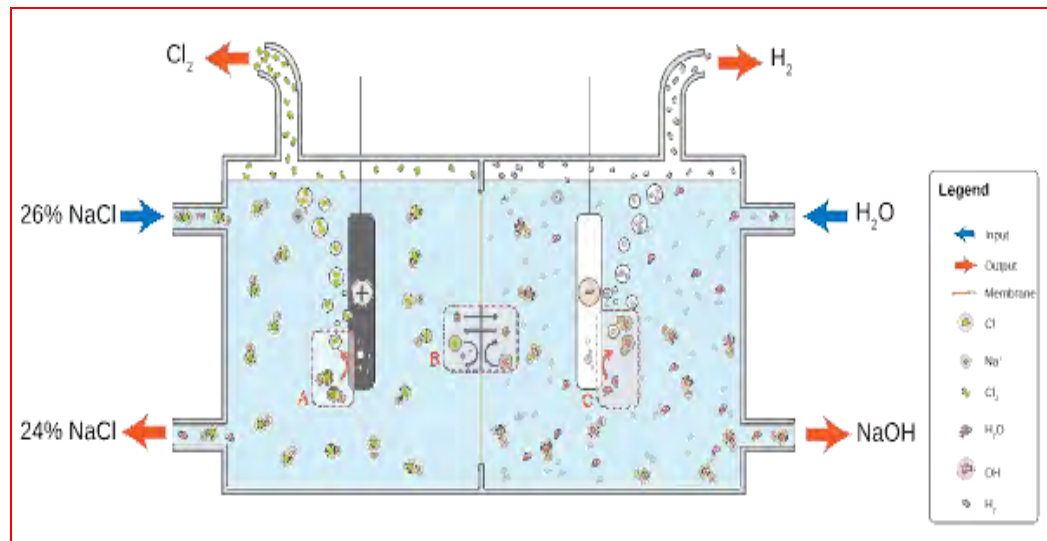
- Pada anoda, ion-ion klorida (Cl^-) dalam larutan garam (NaCl) dioksidasi menjadi gas klorin (Cl_2):

$2\ NaCl\ (aq) + 2\ H_2O\ (l) \rightarrow 2\ NaOH\ (aq) + Cl_2\ (g) + 2\ H^+ + 2\ e^-$

- Pada katoda : ion-ion hydrogen (H^+) dalam air direduksi menjadi gas hydrogen (H_2): $2\ H^+ + 2\ e^- \rightarrow H_2\ (g)$

Reaksi elektrolisa larutan garam (NaCl) secara keseluruhan dapat digambarkan sebagai berikut: $2NaCl + 2H_2O \rightarrow Cl_2 + H_2 + 2NaOH$ dalam proses di industri semua produks yang dihasilkan dari reaksi ini bernilai ekonomi yang saat ini merupakan primadona untuk industrik kimia dasar :

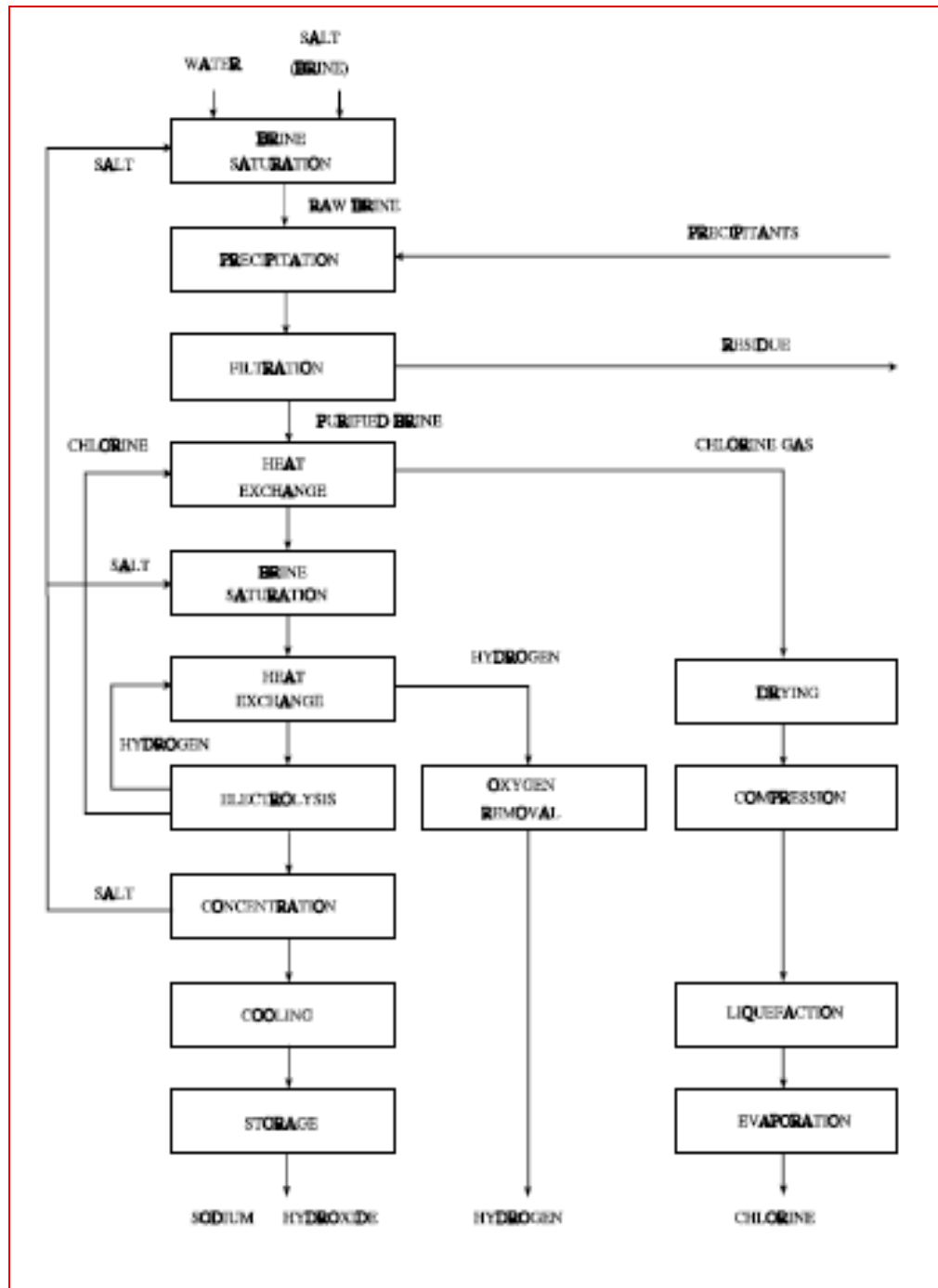
- Chlorin dipakai hampir semua lini dari tetile, kertas, plimer (PVC), sodium hipoklrodi, plastik dan laiinya.
- Larutan sodium hidroksida adalah juga merupakan kimia dasar dari semua proses industri seperti tekstile (dyieng, finishing, weaving), kertas, cat, dan alin lainnya.
- Gas hidrogen adalah penting untuk industri minyak, baik sebagai produk maupun produk turunan seperti asam stearic, penghilang bau tengik pada minyak goreng, margrine.

Gambar 33. Sel elektrolisa untuk menghasilkan gas chlorine.

3) Menggunakan membrane sel.

Penggunaan membrane sel boleh dikatakan inovasi terbaru dalam pembuatan gas chlorine, gas hidrogen dan natrium hidroksida.

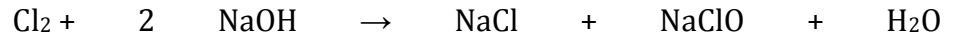
Proses ini hampir sama dengan sel diagframe namun lebih praktis dalam segi penanganannya. Penanganan untuk bahan baku masuk, hasil yang diperoleh Untuk ini perhatikan gambar berikut ini :

Gambar 34. Membran Sell Untuk Mendapatkan Gas Chlorine, Gas H2 Dan LArutan NaOH

Gambar 35. Proses Pembuaatan Gas Chlorine, Gas H2 Dan Larutan Soda Kostik

Flow proses dalam pembuatan gas chlor, gas H2 dan larutan soda kostik adalah sebagai berikut

Gambar 36. Flow Proses Pembuatan Gas Chlor, Gas Hidrogen Dan Larutan Soda Kostik.

4) Produk turunan dari chlorine dan soda kostik.

Produk lain, yaitu natrium hipoklorit (NaClO), kemudian diproduksi dengan mereaksikan gas klorin (Cl_2) dengan soda api (NaOH).

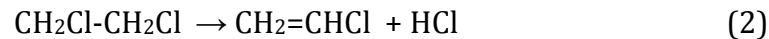
$$Cl_2 + 2\ NaOH \rightarrow NaCl + NaClO + H_2O$$

Karena gas klorin (Cl_2) bersifat korosif, anoda harus dibuat dari logam yang tidak reaktif seperti titanium, sementara katoda dapat dibuat dari nikel.

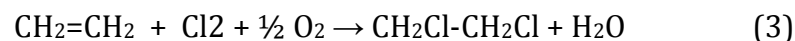
Etilen merupakan bahan baku yang digunakan dalam hampir semua proses produksi vinil klorida di dunia saat ini. Proses produksi vinil klorida yang dipraktekkan secara komersial saat ini merupakan kombinasi seimbang dari dua jenis proses untuk menghasilkan etilen diklorida (EDC) yang merupakan produk-antara (intermediate) dalam proses produksi vinil klorida. Kedua proses tersebut dinamakan Direct Chlorination (DC) dan Oxy-Chlorination (OC).

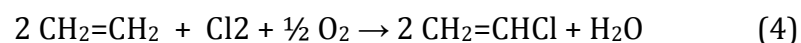
Dalam proses Direct Chlorination (DC), etilen ($CH_2{=}CH_2$) di-klorinasi untuk menghasilkan etilen diklorida ($CH_2Cl{-}CH_2Cl$).

$$CH_2{=}CH_2 + Cl2 \rightarrow CH_2Cl{-}CH_2Cl \qquad (1)$$

Etilen diklorida kemudian di-“cracking” (dipanaskan tanpa paparan oksigen) untuk menghasilkan vinil klorida ($CH_2{=}CHCl$) dan asam klorida (HCl).

$$CH_2Cl{-}CH_2Cl \rightarrow CH_2{=}CHCl + HCl \qquad (2)$$

Sementara itu dalam proses Oxy-Chlorination (OC), etilen ($CH_2{=}CH_2$), asam klorida (HCl) yang dihasilkan dari Reaksi (2) dan oksigen (O_2) direaksikan untuk menghasilkan etilen diklorida ($CH_2Cl{-}CH_2Cl$).

$$CH_2{=}CH_2 + Cl2 + \tfrac{1}{2}\ O_2 \rightarrow CH_2Cl{-}CH_2Cl + H_2O \qquad (3)$$

Dengan menjumlahkan Reaksi (1), (2) dan (3), didapat reaksi keseluruhan dari kombinasi proses Direct Chlorination dan Oxy-Chlorination:

$$2\ CH_2{=}CH_2 + Cl2 + \tfrac{1}{2}\ O_2 \rightarrow 2\ CH_2{=}CHCl + H_2O \qquad (4)$$

Hasil dari reaksi diatas masih sebagai bahan dasar pembuatan PVC, untuk menjadi produk PVC yang biasa terlihat dipasaran memerlukan beberapa reaksi.

Mayoritas proses produksi resin PVC di dunia saat ini menggunakan metode polimerisasi suspensi. Dalam suatu proses polimerisasi suspensi, sejumlah air bebas mineral (demineralized water) dialirkan ke dalam suatu reactor, kemudian ditambahkan juga bahan-bahan lain berupa inisiator, buffer dan zat pensuspensi (protective colloid atau biasa juga disebut suspending agent). Reaktor kemudian ditutup dan udara yang ada di dalam reactor di-evakuasi. Selanjutnya vinil klorida (VCM) dialirkan ke dalam reactor. Aksi dari zat pensuspensi ditambah dengan proses pengadukan memungkinkan terbentuknya butiran-butiran VCM berukuran mikro di dalam media air.

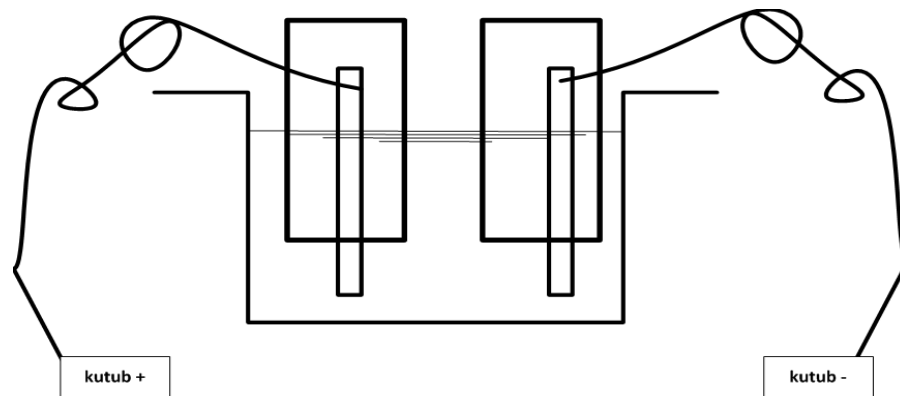
Reaktor kemudian dipanaskan hingga mencapai suhu reaksi polimerisasi sehingga mengaktivasi inisiator untuk memulai reaksi polimerisasi. Begitu reaksi polimerisasi secara efektif berlangsung, panas dihasilkan dari reaksi tersebut. Panas yang dihasilkan harus diserap oleh air pendingin yang dialirkan di dalam jaket reactor. Reaksi polimerisasi biasanya dibiarkan berlangsung hingga konversi dari VCM ke PVC mencapai lebih dari 75%, yaitu ketika jumlah VCM yang tersisa (belum bereaksi) hanya tinggal sedikit saja.

Di akhir reaksi polimerisasi, slurry PVC (partikel resin PVC di dalam air) dialirkan keluar dari reactor dan kandungan VCM yang tersisa dalam partikel PVC dipisahkan (stripping) dalam suatu kolom stripping (stripping column) yang sangat efektif. Slurry PVC selanjutnya di-sentrifugasi guna memisahkan sebagian besar kandungan air dari resin PVC, sehingga didapat resin PVC yang hanya mengandung sangat sedikit air. Resin PVC ini selanjutnya dialirkan ke dalam unit pengering (dryer) hingga dihasilkan resin PVC yang kering, siap untuk dikirim kepada para pelanggan.

Mengasosiasi - Mengkomunikasi

Buatlah kesimpulan dari lembar informasi, diskusi dan eksplorasi yang telah anda lakukan, lalu sampaikan dalam kelas hasil pengamatan anda!

Pengamatan :

Lakukalah pengematan dengan menggunakan larutan garam dengan kosentrasi garam yang tinggi misal ditera didapat larutan garam dengan (28 -30)°Be. Lakukalah proses elektrolisa dengan cara menngunakan sendok makan stenless steel yang bagus. Usahakan gas – gas yang timbul dalam semua elektroda tertampung dalam wadah. Sebelum melakukan proses check kondisi larutan dengan kertas pH.

Lakukanlah larutan garam diatas setelah disaring dari kotoran yang terikut buatlah rangkaian seperti diatas dengan sumber arus menggunakan bateri 3 volt, check kondisi larutan garam setiap 5 menit. Lakukalah secara terus menerus sehingga larutan menjadi basa.

No.	Pengamatan	Keterangan
1.	Terbentuknya Gas pada kutub positif	
2	Terbentuknya Gas pada kutub negatif.	
3.	pH larutan setiap 5 menit.	

Nb: untuk mengecheck dihasilkan gas h2 pada kutun Negatif, nyalalakan korek api jika terjadi ledakan maka gas terseut adalah H2; Setelah anda melakukan pengamata, coba anda kumpulkan informasi dari berbagai sumber untuk melengkapi penanganan bahan baku dan produk tersebut ?

b. Industri Detergen Dan Sabun.

Minyak bumi dan minyak nabati adalah merupakan bahan baku pembuatan sabun, semua kategori minyak tersebut adalah bahan yang tidak larut dalam air. Sebelum perang dunia kedua proses pembuatan detergen dan sabun sudah dimulai dengan memakai bahan baku yang berasal dari minyak bumi maupun minyak nabati sehingga sampai sekarang dikenal istilah surfaktan, foam booster dan lainnya.

Dilihat dari ciri fisik suatu surfaktan mempunyai 2 gugus yaitu gusus hidrophobik dan gugus hidrofilik. Bagian Hidrophobic dari suatu hidrokarbon yang berantai dengan rantai karbon C: 8 -18, baik rantai karbon yang lurus maupun rantai bercabang pendek.

Pada senyawa minyak bumi misalnya senyawa dari gugus Benzene, sangat mungkin ditempati atom karbon dengan cabang dari hidrophilik grup pada cincinnya misalnya bentuk : C12H25-; C9H19; C6H4-.

Gugus dari hidrophilik grup yang bersifat anionik misalnya bentuk : $-OSO3^{\Theta}$; $-SO3^{\Theta}$; gugus hidrophilik grup yang bersifat kationik seperti $-N(CH3)3^{+}$; dengan $C5H5^{+}$. Sedangkan yang bersifat Zwtterionik misalnya $N^{+}(CH3)2(CH2)2COO^{-}$;

Semi polar kationik N(CH3)2O; atau non ionik seperti ––(OCH2CH2)n-OH

Dalam klas anionik biasanya dinamakan linier alkylbenzene sulfonate untuk surfaktan yang berasal dari minyak bumi, sedangkan untuk minyak nabati/hewani dinamakan alkyl sulfate.

Perbedaan dasar antara sabun dan ditergen adalah mereaksikan antara minyak dengan senyawa senyawa berikut ini, hasil yang diperoleh merupakan surfaktan dasar dalam pembuatan sabun dan detergen :

Membuat detergen dengan mereaksikan senyawa berikut ini:

1. Tallow + methanolysis
2. Tallow methyl ester + high pressure hydrolisis —>
3. Tallow faty alkohol + sulfonation —> detergent
4. Sulfated tallow fatty alkohol + NaOH —>
5. Sodium salt of sulfated tallow fatty + alkohol →

Membuat sabun mereaksikan dengan senyawa berikut ini:

1. Tallow + hidrolisis (splitting fats) —>
2. Tallow fatty acid + Na OH —>
3. Salt of fatty acid + builder dll —>

Perkembangan terakhir dalam sabun dalam bentuk batangan ataupun cairan, kemampuannya dalam membersihkan noda baik pada pakaian maupun untuk membersihkan noda yang lain, keampuhan ditergen sangat didominasi dari gabingan surfaktan yang digunakan, tentunya hal ini akan ada harga yang harus disesuaikan dengan nilai yang harus dibayar.

Sabun juga termasuk an-ionik karakter sebagai contoh quarter-etili, tri-etil, dialkil amonium halida; sebagai contoh hasil reaksi dari senyawa an ionik adalah cetil trimetilamonium bromide, untuk kationik surfaktan dialkilmetilamonium kloride sebagai kationik surfaktan softener, mempunyai kemampuan detergen yang lemah, namun memiliki sifat pelicin, antistatik dan anti jamur yang baik tetapi tidak digunakan sebagai ditergen rumahan. Banyak digunakan dalam pelicin setlika karena bersifat antistatik dan membuat kain jadi lembut.

Senyawa surfaktan Anionik bila dikombinasikan dengan surfaktan kationik tidak akan cocok digunakan secara simultan, karena akan menggabung menjadi senyawa tersendiri dan susah untuk dipecahkan dan digradasikan (bila limbah dari cucian dengan surfaktan gabungan ini secara alami susah

untuk didegradasikan. Surfaktan kationik juga tidak bisa dikonbinasikan dengan sabun.

Alkil betaines adalah dikenal sebagai surfaktan zwiterionik; sedangkan dimetil alkilamine oxide sebagai semi polar surfaktan, senyawa ini merupakan kondensat dr faty-alkohol walaupun secara stuktur melekul adalah non-ionik surfaktan, surfaktan dimetil alkalimine adalah surfaktan yang sangat bagus dalam menarik kotoran pada pakaian dan zat pengemulsi yang baik tetapi sedikit busanya dengan menggunakan mesin pencuci automatik bentuk drum maupun bentuk disk.

Pada umunya senyawa hidropilik alami dengn jenis ionik pada gugus fungsionalnya akan mengalami proses penurunan sehingga menjadi surfaktan non-ionik.

Kebanyakan perkembangan senyawa ditergen organik mengalami perkembangan yang pesat selama bertahun tahun, dan selalu menemukan bentuk menjadi surfaktan baru mengikuti reaaksi baku sebagai berikut :

- An-ionik
- Zwiterionik
- Non-ionik

1) Ciri ciri Bahan surfaktan.

Pembentuk busa, penstabilan kondisi dan supressor yang sering digunakan dalam sufaktan. Bahan materi ini sangat melekat sebagai sebutan bagi surfaktan dengan kemampuan yang berbeda beda bergantung jenis surfaktannya. Berfungsi sebagai penstabil surfaktan seperti lauruc etanolamide, alkilbenzene sulfonate, dan laurit alkohol alkil sulfonate. Bahan supressor (pembentuk gelembung) adalah menggunakan fatty acids gugus panjang, hidrophobik nonionik surfaktan.

- **Biulder**

  Bulider boost yang biasa dipakai adalah turunan dari sodium tri polipospat yang banyak digunakan secara extensive. Tidak hanya berfungsi sebagai water softener untuk calsium dan magnesium. Mencegah redoposisi kotoran untuk menempel lagi, formulasi yang pantas dengan senyawa phospate komplek adalah partner yang bagus untuk surfaktan mengembangkan detergent yang baik.

  Polyphospate (eg tripolypospate/tetra sodium polypospate) adalah hal yang sinergis sebagai pembantu surfaktan dan menurunkan biaya pembuatan dari detergen. Surfaktan, peraturan busa, detergen builder

- **Additive yang lain**

  Pencegah karat, seperti sodium silicate, protek metal dan washer part dengan ditambah bahan pencegah karat menempel (tarnish inhibitors) kedalam detergen pakian biasanya menggunakan bahan benzotriazole.

  Antideposisi menggunakan carboxyl methyl selulosa. Penambahan bahan pewarna Bahan anti mikrobiologi yang biasanya digunakan dalam keperluan sehari hari diantaranya adalah karbanilides, salicylanides, kationik. Pemutih Piroxygen digunakan untuk pencucain dengan temperatur tinggi.

2) Pembuatan ditergen.

Secara umum Pembuatan ditergen dengan produksi besar granul digambarkan dalam skema 29.2 dengan kuantita material yang dibutuhkan mengikuti reaksi sbb:

- Bahan baku dari residu minyak bumi
  - ➢ Main reaksi :

alkyl benzene + H_2SO_4 → alkil benzene sulfonat + H_2SO_4

- reaksi sampingnya adalah sebagai berikut :

  Alkil benzene sulfonat +oleum → bisulfonate + asam sulfat

- Bahan baku nabati/hewani
  - Main Reaksi :

    R-CH2OH + SO3H2O → R'OSO3 + H2O

    ΔH= -140 TO 150 BTU/LB Fatty Acid

  - reaksi sampingnya adalah sebagai berikut ::
  - R-CH2OH + R'-CH2-OSO3H → R-CH2-O-OCH2-R' + H2SO4
  - R-CH2-CH2OH + SO3 → R'-CH=CH2 + H2SO4
  - R-CH2OH + SO3 → RCHO + H2O SO2
  - R-CH2OH + 2SO3 → RCOOH + 2SO3

Dalam pembuatan surfaktan tersebut reaksi samping juga berpengaruh terhadap kualitas dari surfaktan yang dihasilkan. Dibawah ini dicantumkan tabel pembuatan surfaktan dengan base adalah ditergen pospat dengan perbandingan menggunakan berat kering hasil

- Tiga Prinsip Dasar Dalam Pembuatan Ditergen Dengan Dasar Pospat.

NO.	BAHAN POKOK	FUNGSI	BAHAN pokok dengan basis berat **(wt%)**		
			Light duty Busa Tinggi	Heavy duty Kontrol Busa	Heavy duty Busa Tinggi
SURFAKTAN					
	Organik Active Dengan pembuat buih.	Menarik Kotoran Minyak, Bhn Pembersih	25 – 40	8 – 20	20 – 35
BUILDER					
	Sodium Tri Poli Pospat (STTP)	Menarik kot an-organik	2 – 30	30 – 50	30 – 50
	Sodium Sulfat	Pembangun & pengisi pada soft water	30 – 70	0 – 30	10 – 20
	Soda Ash	Bahan Pengisi	0	0 – 20	0 – 5

ADDITEVE					
	Kontain Sod Silikat $2.0 \le SiO_2/NO_2 \le 3,2$	Korosi inhibit	0 – 4	6 – 9	4 – 8
	CMC	Anti deposisi	0 – 0,5	0,5 – 1,3	0,5 – 1,3
	Florouscen dye	Potical brightener	0 – 0,05	0,05 - 0,1	0 – 0,02
	Pencegah noda	Mencegah kotoran pada peralatan perak	0	0 – 0,2	0 – 0,02
	Parfum /Pewarna	Estetika/identifikasi produk	0,1	0,1	0,1
	Water	Filler/binder (bhn pengikat)	1 - 5	2 – 10	3 – 10

- Pembuatan surfaktan dengan Catatan :

  Konversi & keterbelangsungan reaksi pada proses sulfonasi ini pada suhu 130 of. Pada campuran sulfonasi umpan masuk dengan minyak fatty alkohol dan excess oleum (camp H_2SO_4). Yang dialirkan dalam proses ini adalah sulfate, kebanyakan proses pembuatan surfaktan ini adalah sistem batch dengan temp antara 120 – 130 of. Untuk proses pencampuran surfaktan.

- Netralsisasi dengan larutan NaOH dibawah control suhu untuk menghasilkan surfaktan slury, kemudian surfaktan slury disimpan kedalam tangki penyimpanan.
- Surfaktan sluri tersebut ditambahkan STTP dan bahan yang lain untuk menyempurnakan proses reaksi. Penambahan bahan tersebut adalah untuk memekatkan produk dengan reaksi yang terbentuk sebagai berikut:

  Sodiu tripoly pospat → sodium tripolipospat hexa hidrat.

- Campuran tersebut dipompakan ke atas menara proses dengan ketinggian menara 80 ft (25,6 m) dengan sistem counter current dikontakan dengan udara pada suhu 240 ^{o}F untuk mendapatkan detergent secara granular. Granular dipisahkan kedalam cyclone dan didinginkan kemudian ditambahkan parfume dan di kemudian dilakukan proses packaging.

3) **Proses Pembuatan Detergen Dengan Kondisi Reaksi Yang Berbeda.**

Pertimbangan ekonomis : fatty alkohol atau fatty acid adalah bahan pokok dalam pembuatan detergent dan sabun, kedua bahan raw material (fatty acid jenuh maupun tidak jenuh) telah digunakan dengan baik pada banyak industri. Diantaranya adalah

- Zing/magnesium strearat sebagai bahan bedak.
- Calsium/alumunium stearat sebagai bahan water proofing atau dinding pelapis (bahan kanji) pada industri textile.
- Trietaloamine oleat sebagai bahan pembersih kering dan kometik.
- Rosin soap adalah bahan sizing pada industri kertas

Reaksi pembuatan surfaktan dengan splitting proses.

No.	Kondis Operasi & Benefit	Twitchell Process	Batch Autoclave	Kontinu Countercurrent
1.	SUHU	212 – 230 ^{0}F	300 – 450 \450	485 Perkiraan
	TEKANAN (Psig)	0	75 – 150 \425 – 450	600 – 700
	KATALIS	Alkil-Aril Sulfonic Acid (Menggunakan Sulfuric Acid (0,75 – 1,25)% Sbg Umpan.	Calcium/Magnesium Oxides (1 – 2)%	Optional
	WAKTU	12 – 48 JAM	5 – 10	2 – 3
	OPERASI	BATCH	Batch	Kontinu
	EQUIPMENT	Lean-Lined, Copper Lined, Monel Lined, Wood Tanks	COPPER STAINLESS STEEL AUTOCLAVE	Stainlees Tipe 316 (Tower Form)
	HIDROLISA	• (85 – 98)% Hasil Proses Hidrolisa, • 5-15 % Larutan Gliserol, • Bergantung Dr Tipe Stage Dan Tipe Lemak.	• (85 – 98)% Hasil Proses Hidrolisa, • 5-15 % Larutan Gliserol, • Bergantung Dr Tipe Stage Dan Tipe Lemak.	(97 – 99) %. (10 – 25) % Gliserol Yang Bergantung Tipe Dari Lemak.

	Keuntungan	• Berlangsung Pd Suhu Rendah & Tekanan Rendah, • Berlangsung Dlm Skala Kecil. • Biaya Rendah Dan Menngunakan Peralatan Yg Sederhana	• Digunakan Untuk Proses Yang Lebih Kecil, • Berlangsung Dlm Skala Kecil, • Biaya Rendah Dan Menngunakan Peralatan Yg Sederhana. • Lebih Cepat Dr Proses Twitchell.	• Membutuhkan Tempat Yang Lebih Kecil. • Produk Yang Seragam • Kosentrasi Gliserin Yang Tinggi. • Akurasi Yang Tinggi • Automatik Kontrol. • Ongkos Yang Murah.
	Kerugian	• Penanganan katalis; • waktu yang panjang untuk reaksi • hasil yang rendah & katalis yang beracun • konsumsi steam yang banyak • tedensi hasil yang gelap (tdk cerah/bening). • Tidak perlu hasil yang baik. • Hasil gliserin yang baik, • tidak bisa menggunakan automatik kontrol. • Angkos yang mahal.	• Kebutuhan katalis yang tinggi. • Waktu reaksi yang banyak dari pada sistem kontinu. • Buruh yang mahal • Dibutuhkan lebih dari 1 stage untuk menghasilkan produk yang baik. • Hasil gliserin yang tinggi	• Penanaman modal yang tinggi. • Suhu dan tekanan yang tinggi. • Dibtutuhkan ketrampilan dalam mengoperasikan.

Kebanyakan pabrik ditergen di indonesia adalah pabrik yang sudah multinasional sehingga seringkali bahan baku mereka berasal dari negara pembuat surfaktan/sabun bukan dari negara kita. Untuk menduga surfaktan apa yang digunakan lakukanlah kegiatan pada lembar tugas.

Mengasosiasi - Mengkomunikasi

Buatlah kesimpulan dari lembar informasi, diskusi dan eksplorasi yang telah anda lakukan, lalu sampaikan dalam kelas hasil pengamatan anda!

Pengamatan :

Lakukalah pengamatan dengan mengumpukan detergen dengan merk yang berbeda sebanyak 4 merk. Lakukanlah uji untuk menghilangkan noda karat, noda tanah berlumpur (tanah merah), dengan cara pakailah 4 lembar kain dengan dikenai noda karat; 4 lembar kain dengan dikenai noda tanah; bandingkan hasil dengan mengucek selama 10 meni.

No.	Pengamatan	Keterangan
1	Merk A :	
	Noda karat : kucek selama 10 menit	
	Noda tanah : kucek selama 10 menit	
2	Merk B:	
	Noda karat : kucek selama 10 menit	
	Noda tanah : kucek selama 10 menit	
3	Merk C:	
	Noda karat : kucek selama 10 menit	
	Noda tanah : kucek selama 10 menit	
4	Merk D:	
	Noda karat : kucek selama 10 menit	
	Noda tanah : kucek selama 10 menit	

Nb: SETELAH melakukan sesuai dengan perintah diatas, untuk melengkapi keterangan tersebut, cobalah kumpulkan informasi untuk menulis dikolom keterangan.

3. Tugas.

Lakukalah pengamatan kalau diperlukan sampai dengan percobaan bersama kelompok anda ! carilah informasi sebanyak mungkin untuk berbagai proses pengolahan pada indusri khlor alkali, Diagram lengkap dengan neraca massa dan neraca energy ! Lakukanlah diskusi dengan kelompok lain tentang proses perpindahan bahan dan produk pada phase cair, padat dan gas.

4. Refleksi

Isilah pernyataan berikut ini sebagai refleksi pembelajaran!

A Dari hasil kegiatan pembelajaran apa saja yang telah anda peroleh dari aspek pengetahuan, keterampilan dan sikap?

____

____

B Apakah anda merasakan manfaat dari pembelajaran tersebut, jika ya apa manfaat yang anda peroleh? jika tidak mengapa?

____

____

C Apa yang anda rencanakan untuk mengimplementasikan pengetahuan, keterampilan dan sikap dari apa yang telah anda pelajari?

____

____

D Apa yang anda harapkan untuk pembelajaran berikutnya?

____

____

5. Test Formatif

a. Sebutkan secara lengkap dan jelaskan proses elektrolisis dalam pembuatan senyawa chlor alkali dengan menggunakan sel merkuri, as apa saja yang muncul dalam proses tersebut ?
b. Di indonesia proses pembuatan chlor dan keramik dilakukan oleh perusahaan asahimass chemical, jelaskan proses pembuatan chlor alkali dengan menggunakan membrane kationik hingga menjadi bahan pvc (seperti pipa pralon) ?
c. Apa yang dilakukan jika mercuri ikut menguap mejadi gas ? alat apa yang bisa digunakan untuk menyerap gas tersebut ? mengingat gas tersebut telah mencemari pantai dan air laut teluk minamata di jepang.
d. Sebutkan berapa macam surfaktan yang dikenal sampai saat ini ?
e. Sebutkan proses pembuatan surfaktan dari bahan nabati, gambarkan reaksinya ?
f. Jika menggunakan reaksi spltting proces denganmmengguanakn autoclave sebutkan keuntungan dan kerugiannya ?

C. Penilaian.

1. Penilaian Sikap.

INSTRUMEN PENILAIAN PENGAMATAN SIKAP
DALAM PROSES PEMBELAJARAN

Petunjuk :

Berilah tanda cek (√) pada kolom skor sesuai sikap yang ditampilkan oleh peserta didik, dengan kriteria sebagai berikut :

Nama Peserta Didik : ....

Kelas : ....

Topik : ....

Sub Topik :..........................

Tanggal Pengamatan : ....

Pertemuann ke : ....

No	Aspek Pengamatan	Skor				Keterangan
		1	2	3	4	
1	Sebelum memulai pelajaran, berdoa sesuai agama yang dianut siswa					
2	Interaksi siswa dalam konteks pembelajaran di kelas					
3	Kesungguhan siswa dalam melaksanakan praktek					
4	Ketelitian siswa selama mengerjakan praktek					
5	Kejujuran selama melaksanakan praktek					
6	Disiplin selama melaksanakan praktek					
8	Tanggung jawab siswa mengerjakan praktek					
9	Kerjasama antar siswa dalam belajar					
10	Menghargai pendapat teman dalam kelompok					
11	Menghargai pendapat teman kelompok lain					
12	Memiliki sikap santun selama pembelajaran					
	Jumlah					
	Total					
	Nilai Akhir					

Kualifikasi Nilai pada penilaian sikap

Skor	Kualifikasi
1,00 – 1,99	Kurang
2,00 – 2,99	Cukup
3,00 – 3,99	Baik
4,00	Sangat baik

$$\mathbf{NA} = \frac{\sum \mathbf{skor}}{\mathbf{12}}$$

RUBIK PENILAIAN PENGAMATAN SIKAP
DALAM PROSES PEMBELAJARAN

ASPEK	KRITERIA	SKOR
A. Berdoa sesuai agama yang dianut siswa	Selalu tampak	4
	Sering tampak	3
	Mulai tampak	2
	Belum tampak	1
B. Interaksi siswa dalam konteks pembelajaran	Selalu tampak	4
	Sering tampak	3
	Mulai tampak	2
	Belum tampak	1
C. Ketelitian siswa selama mengerjakan praktek	Selalu tampak	4
	Sering tampak	3
	Mulai tampak	2
	Belum tampak	1
D. Kejujuran selama melaksanakan praktek	Selalu tampak	4
	Sering tampak	3
	Mulai tampak	2
	Belum tampak	1
E. Disiplin selama melaksanakan praktek	Selalu tampak	4
	Sering tampak	3
	Mulai tampak	2
	Belum tampak	1

F. Memiliki sikap santun selama pembelajaran	Selalu tampak	4
	Sering tampak	3
	Mulai tampak	2
	Belum tampak	1
G. Tanggung jawab siswa mengerjakan praktek	Selalu tampak	4
	Sering tampak	3
	Mulai tampak	2
	Belum tampak	1
H. Kesungguhan dalam mengerjakan tugas	Selalu tampak	4
	Sering tampak	3
	Mulai tampak	2
	Belum tampak	1
I. Kerjasama antar siswa dalam belajar	Selalu tampak	4
	Sering tampak	3
	Mulai tampak	2
	Belum tampak	1
J. Menghargai pendapat teman dalam kelompok	Selalu tampak	4
	Sering tampak	3
	Mulai tampak	2
	Belum tampak	1
K. Menghargai pendapat teman dalam kelompok	Selalu tampak	4
	Sering tampak	3
	Mulai tampak	2
	Belum tampak	1

DAFTAR NILAI SISWA ASPEK SIKAP DALAM PEMBELAJARAN

TEKNIK NON TES BENTUK PENGAMATAN

Nama Peserta Didik : ....

Kelas : ....

Topik : ....

Sub Topik :.........................

Tanggal Pengamatan : ....

Pertemuan ke : ....

No	Nama Siswa	Skor Aktivitas Siswa											Jml	NA
		Aspek Sikap												
		Berdoa sebelum	Interaksi	Ketelitian	Kejujuran	Disiplin	Santun	Tanggungjawab	Kesungguhan	Kerjasama	Menghargai dlm klpk	Menghargai klpk lain		
1														
2														
3														
4														
5														

DAFTAR NILAI SISWA ASPEK SIKAP DALAM PEMBELAJARAN

PENILAIAN DIRI

Nama Peserta Didik : ....

Kelas : ....

Topik : ....

Sub Topik :..........................

Tanggal Pengamatan : ....

Pertemuan ke : ....

Tabel Cek list penilaian diri !

NO	PERNYATAAN	YA	TIDAK
1	Saya mampu mengidentifikasi kestimbangan reaksi dalam proses kimia industri.		
2	Saya mampu mengidentifikasi stokiometri dan konversi dalam proses idustri kimia sederhana.		
3	Saya bisa mengidentifikasi penambahan katalis dan reaksi bergeser kekiri/kekanan dalam proses industri kimia sederhana.		
4	Saya bisa mengidentifikasi reaksi eksotermis dan endothermis dalam proses industry kimia sederhana		
5	Saya bisa mengidentifikasi order reaksi pada proses industry kimia		

2. Penilaian Pengetahuan

a. Gambarkan dan jelaskan proses pengolaahan air laut untuk mendapatkan unsur khlor !

b. Gambarkan dan jelaskan proses pengolaahan air laut untuk mendapatkan unsur alkali

c. Gambarkan dan jelaskan proses pengolahan dalam pembutan sabun, dari bahan baku nabati dan fosil untuk sabun padat, dan sabun cair .

d. Gambarkan dan jelaskan proses pengolahan dalam pembutan detergen, dari bahan baku nabati dan fosil untuk detergen padat, dan detergen cair

3. Penilaian Keterampilan

INSTRUMEN PENILAIAN PENGAMATAN ASPEK KETERAMPILAN DALAM PROSES PEMBELAJARAN

Nama Peserta Didik : ....
Kelas : ....
Topik : ....
Sub Topik :...........................
Tanggal Pengamatan : ....
Pertemuan ke : ....

Petunjuk :
Berilah tanda cek (√) pada kolom skor sesuai sikap yang ditampilkan oleh peserta didik, dengan kriteria sebagai berikut :

No	Aspek Yang Dinilai	Skor				Ket
		1	2	3	4	
1.	Membaca buku bacaan / sumber belajar lainnya sebelum pelajaran					
2.	Memahami konsep 5M dalam pembelajaran					
3.	Mengaplikasikan kegiatan 5M yang dicantumkan					
4.	Identifikasi proses kestimbangan reaksi dan system stokiometrinya.					
5.	Identifikasi penggunaan penambahan katalis dan pengendalian reaksi					
6.	Identifikasi suatu proses agar bergeser kekiri atau kekanan					
7.	Identifikasi sederhana tentang order reaksi					
8.	Identifikasi system reaksi berjalan eksotermis atau endotermis terhadap pemungutan haisil					

9.	Menulis laporan praktek sesuai out line yang dianjurkan					
10.	Menulis laporan dengan memaparkan dan membahas data hasil praktek					

Keterangan skor :

1 : tidak terampil, belum dapat melakukan sama sekali

2 : sedikit terampil, belum dapat melakukan tugas dengan baik

3 : cukup terampil, sudah mulai dapat melakukan tugas dengan baik

4 : terampil, sudah dapat melakukan tugas dengan baik

KEGIATAN PEMBELAJARAN 5. PROSES FISIKA DAN PROSES KIMIA DALAM INDUSTRI KARBON DAN KERAMIK.

A. Deskripsi.

Mengoperasikan proses fisika dan proses kimia pada industri industri karbon dan keramik.

B. Kegiatan Belajar.

1. Tujuan Pembelajaran.

Siswa yang mempelajari topik ini diharapkan mampu:

- Proses Pengolahan Industri clay.
- Proses pengolahan industri karbon dan graphit.
- Proses Pengolahan Industri keramik

2. Uraian Materi

a. CLAY

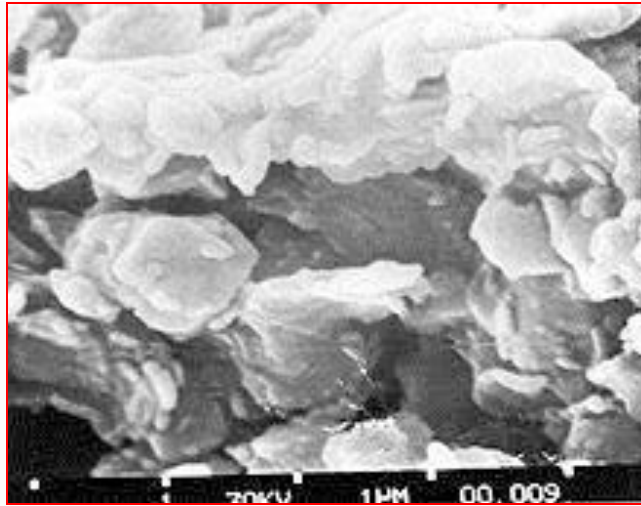
1). Sumber clay di Alam .

Clay pada umumnya kombinasi dari satu atau lebih mineral tanah lempung dengan sedikit oksida logam dan bahan organik, secara kamus geologi deposit clay (deposit lempung) adalah yang banyak mengandung senyawa mineral phyllosilicate yang dapat dilihat dari kandungan mineral pada kandungan airnya. Pembukaan hutan menimbulkan lapisan atas tanah terbuka Penggundulan hutan akan menampakan kandungan lempung (clay). Meneral lempung terbentuk dari pengaruh cuaca pada waktu yang lama, dengan kenampakan lapisan silicate, dengan `sedikit kosntrasi dari asam karbonat, dan solven lain yang terikut.

Solven ini biasanya asam dan terbentuk dari pengaruh kelarutan batuan yang terdapat pada daerah tersebut, dengan proses leaching (ekstraksi) maka mineral terlarut membentuk solven yang bersifat asam. Namun ada clay terbentuk karena proses hidrothermal bumi.

Gambar 37. Tanah lempung (clay) terlihat ketika hutan digunduli.

(sumber http://en.wikipedia.org/wiki/)

Deposit lempung kebennyakan berada pada sekitar danau atau pinggir pantai. Mekanisme Pembentukan lempung dimulai dengan terbentuknya kaolin kemudian diikuti pembentukan lapisan sekunder. Lapisan sekunder ini bisa berasal dari proses erosi ditempat lain yang terbawa oleh air.

Gambar 38. Foto mikroskop elektron dengan pembesaran 23.500 kali.

(sumber http://en.wikipedia.org/wiki/)

Clay berbeda dengan padatan tanah yang lain dari segi ukuran dan kandungan mineralnya. Endapan lumpur yang mana melihatkan butiran tanah, tidak termasuk mineral clay yang terlihat dalam bentuk ukuran parikel yang besar. Endapan lumpur dengan endaoan lempung sangat berbeda satu dengan yang lainnya. geologi dengan ilmu tanah selalu mempertimbangkan pemisahan partikel berdasarkan ukuran diameternya, ukuran partikel 2 μm (lempung *(clay)* kelihatan lebih baik dari lumpur), sedimetasi dengan ukuran 4 – 5 μm, koloid kimia menggunakan 1μm. Teknik geologi membedakan antara lumpur dengan lempung pada sifat material seperti seperti sifat sifat plastik tanah (kelenturan dan lainnya) yang diukur dengan Atterberg Limits. Pada ketentuan grade ISO 14688 membedakan antara lempung dengan lumpur adalah lempung lebih kecil dari 2 μm lebih besar dari lumpur.

Dalam dunia akademik membagi lempung menjadi 3 sampai 4 bagian katagori, yaitu kaolinite, montmorillonite-smectite, illite, and chlorite. Chlorites kadang – kadang tidak dipertimbangkan termasuk sebagai bagian dari lempung, tetapi dimasukkan sebagai bagian dari philosilicate.

Gambar 39. Tanah lempung (clay) basah.
(sumber http://en.wikipedia.org/wiki/)

Keaneka ragaman dari bentuk lempung ini terlihat pada setiap lapisan, terbentuk dari suasana yang berbeda karena erosi dan kandungan organiknya. Perbedaan lapisan pada lempung sangat beragam pada permukaan danau atau sungai atau dimana lempung (clay) berada dan salah satu penyebabnya adalah pengaruh cuaca dan kandungan organik. Salah satu jenis lempung adalah ***quick clay***, yang terbentuk karena gaya indogen pada daerah yang luas, seperti daerah Norway, Canada, Northern Ireland, dan Sweden. Sifat Lempung ini sangat sensitive, bisa berubah menjadi cair, secara tiba tiba karena ada perubahan kelembapan.

Lempung kering mempunyai kontruksi yang kuat dan stabil yang berbeda dari kondisi tanah sekitar

Lempung bersifat seperti plastik ketika dicampur dengan air pada jumlah yang proposional, clay menjadi keras ketika kena api pada waktu masuk rotari kiln, mengalami perubahan fisika dan kimia. karena proses tersebut maka lempung menjadi bahan dasar utama pada pembuatan keramik, sifat yang berubah menjadi keras dan padat inilah lempung (clay) menjadi bahan utilitarian, dekorative, dan bahan kontruksi seperti batu bata,

dinding dan lantai keramik. Tipe keramik yang berbeda dengan kandungan mineral dan kondisi pembakaran, digunakan untuk perangkat peralatan rumah tangga dari lempung, dibuat porselen.

Gambar 40. Eksploitasi lempung.
(sumber http://en.wikipedia.org/wiki/)

Pada jaman prehistori, peralatan rumah tangga yang berasal dari lempung banyak dgunakan ditemukan di honshu, jepang, pada jaman jomon. Di teliti peralatan tersebut dengan menggunakan radiocarbon berasal pada jaman 14.000 sebelum masehi.

Tablet lempung diketahui pada awal sejarah sebagai media penulisan, yang disebut cuneiform script, yang kemudian terenal sebagai stylus, dengan tujuan tertentu lempung dibua menjadi bola yang digunakan sebagai amunisi perang.

Sebagai Sintesa lempung ini dipakai untuk keramik, batu bata, piring, sebagai instrumen musik yang disebut sebagai ocarina, clay (lempung) saat ini banyak dipakai sebagai bhan pengisi pada industri kertas, produksi semen, produksi pipa untuk merokok, dan teknologi paling terkini sebagai filter untuk pemisahan bahan kimia, seperti pemisahan air dengan alkohol.

Abad 2 kini lempung banyak digunakan sebagai casting (wadah) pada proses molding.

Lempung atau clay bersifat relatif impermiable (tidak bisa ditembus air) karena dibuat padat, sehingga dapat sebagai dam supaya lapisan didalamnya tidak tembus, sebagai bahan absorpsi dengan sifat penyerapan yang bagus pada logam berat pada proses waste water dan pemurnian air.

2). Penggunaan Clay secara tradisional .

Clay sebagai mineral alam sudah banyak digunakan untuk beberapa kepentingan untuk memenuhi kebutuhan alami manusia diantaranya adalah:

- **Lempung sebagai bahan pengobatan.**

  Pada beberapa penilitan beberapa binatang memakan lempung ini secara periodik, seperti burung beo dan nuri. Dengan melihat efek dari memakan lempung ini maka beberapa penyakit penyembuhannya menggunakan lempung, seperti diare, gangguan perut yang lain (yang terjah dadi di amerika selatan) kemudian merk paten muncul dengan nama attapulgite.

- **Clay sebagai bahan bangunan.**

  Lempung (clay) sebagai bahan bangunan sudah bayak dikenal, dari jaman pra sejarah hingga massa kini, namun teknologi saat ini berkembang pesat, seagai dinding, sebagai bahan lantai seperti keramik, dan sebagai cat dengan campuran bahan sintetik.

3). Penggunaan Clay Secara Modern.

Mineral lempung adalah alumunium phyllosilicates dengan variabel material seperti besi, logam alkali, logam akali tanah, dan beberapa kation yang lain. Lempung membentuk hexagonal flat dengan bentuk menyerupai mika, lempung adalah terbentuk karena pengaruh cuaca dan sebagaian

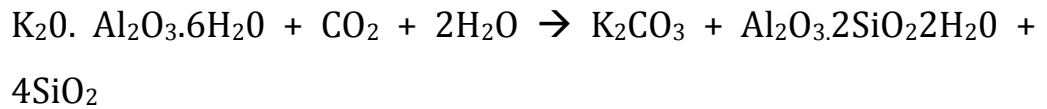
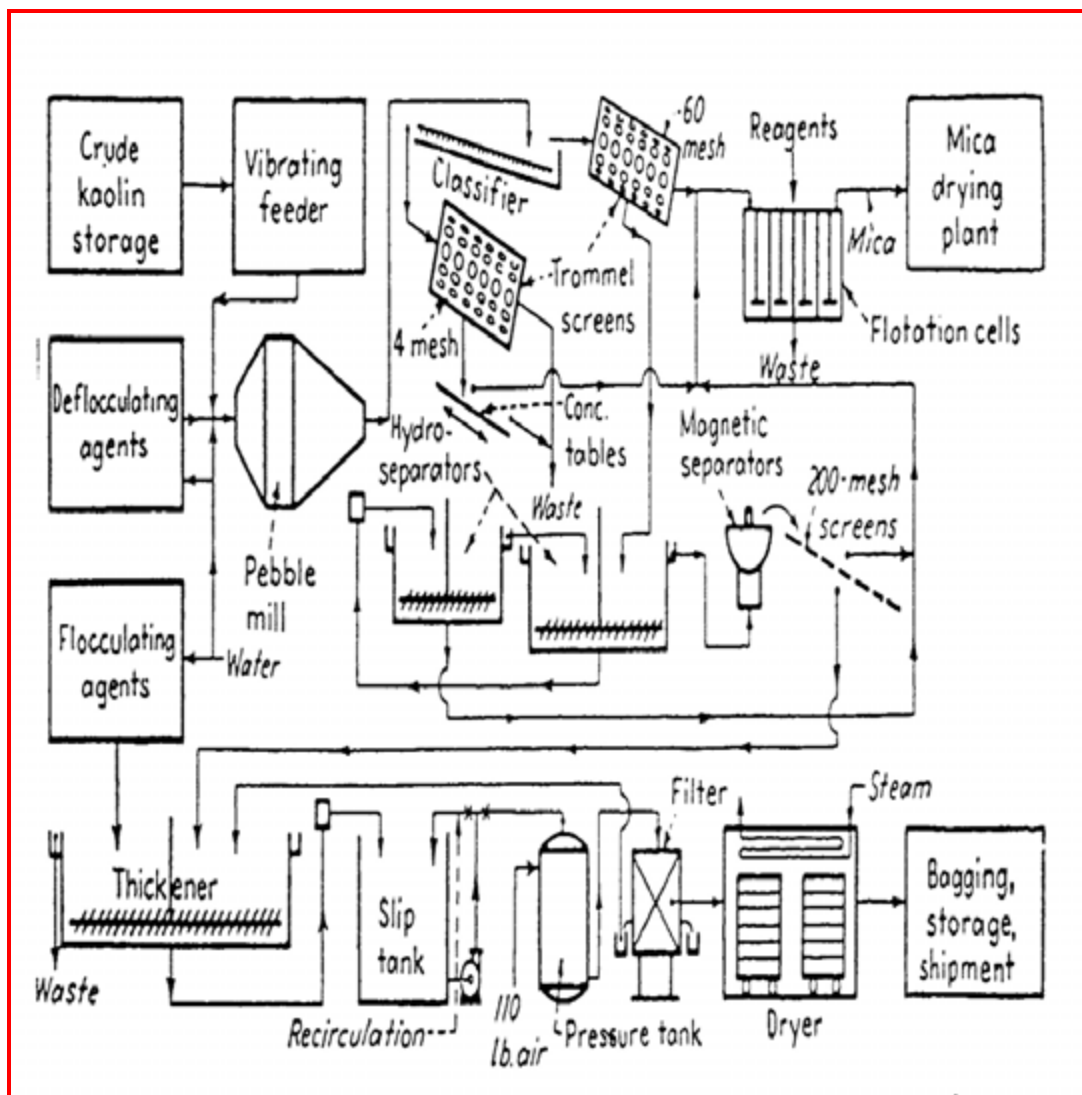
pengaruh geothermal bumi. Mineral lempung terbentuk karena proses sedimentasi seperti serpihan, batuan endapan, dalam bentuk granular seperti serpihan tipis lebar. Clay mineral biasa berbentuk dengan ukuran partikel 2 micrometer, sebagai bentuk untuk spesial analitik spektrum.

Mineral clay diklasifikasikan sebagai perbandingan 1:1 atau 2:1 dengan bentuk tetrahidrate silicate dan oktahidrate silikate, penggambaran stuktur ini mengikuti A 1:1 lempung mengikuti bentuk satu tetra hendral dan yang lain octa hedral seperti kaolin, dan serpentine. A berbentuk 2:1 lempung mengikuti octahedral satu sisi dan sisi yang lain adalah talk, vermicute, montmorillonite.

Mineral Lempung stuktur senyawa mengikuti golongan berikut ini :

- Group Kaoline yang mana seperti mineral mineral berikut ini : kaolinite, dickite, halloysite mengikuti mineral kaolinite dan nactrite (polimorp berbentuk $Al_2Si_2O_5(OH)_4$), beberapa sumber termasuk kaolinite-serpentine group mengikuti kesamaan tersebut (bailey , 1980)
- Grup Smectite (berbentuk lumpur) termasuk bentuk dioctahedral termasuk diantaranya montmorillonite and nontronite dan trioctahedral sebagai contoh : saponite,
- Grup illite termasuk grup ini adalah lempung berbentuk mika.
- Grup chrolite , grup ini mempunyai variasi yang cukup banyak.
- Grup 2:1, tipe lempung ini mempunyai variasi seperti sepiolite atau attapulgite; mempunyai stuktur dengan kandungan air yang banyak dan bervariasi.

Campuran lempung dengan variasi grup grup diatas akan menggambarkan kokohnya senyawa dari bentuk variasi grup ini. Beberapa mineral seperti clay, tanah dan feldspar digunakan untuk pembuatan keramik klasik dengan reaksi sebagai berikut :

$K_2O. Al_2O_3.6H_2O + CO_2 + 2H_2O \rightarrow K_2CO_3 + Al_2O_3.2SiO_2 2H_2O + 4SiO_2$

Proses reaaksinya adalah proses pembakaran dapur dengan penggunaan suhu yang tinggi. Metode Klasikal ini untuk menyiapkan bahan keramik pada tahap awal untuk proses pematangan selanjutnya masih ada penambahan bahan lain serta adanya tambahan proses selanjutnya. Adapun proses tersebut adalah :

Gambar 41. Skema Diagram Clay China. (sumber : shreve, chemical process industries)

Proses pembuatan bahan baku clay untuk industry keramik, pada dasarnya pembuatan keramik ini melalui tahapan dasar sebagai berikut :

- Dehidrasi proses, proses ini merupakan proses penghilangan air secara berlahan dengan suhu proses berkisar Antara 150 ^oC – 650 ^oC. Proses dehidrasi ini berlangsung secara berlahan dengan awal pada suhu 150 ^oC sampai kandungan air dalam bahan berkurang, suhu proses akan naik secara berlahan dengan berkurangnya kadar air bahan.
- Proses kalsinasi, proses ini adalah proses pemisahan kapur yang mungkin terkandung dalam bahan baku proses. Suhu operasi reactor adalah (600 ^oC – 900 ^oC).
- Proses oksidasi dengan suhu proses antara 350 ^oC – 900 ^oC, untuk membuang bahan organic yang mungkin terikut didalam proses pengolahan. Adanya bahan organic ini mengakibatkan persenyawan keramik yang akan dibuat mudah pecah.
- Pembentukan senyawa silikat dimulai pada suhu 900 ^oC ke atas.
- Keramik sebagai produk lantai keramik.

  Keramik adalah ubin lantai yang terbuat dari tanah liat dan dilapisi dengan glazur. Dua jenis keramik yang tersedia di pasaran saat ini yaitu keramik berglazur dan ubin porselin (homogoneous tile). Proses pembuatan keramik berglazur dimulai dengan mencampur bahan tanah liat dengan kaolin kemudian dibakar hingga 1000 ^oC di mana keramik yang dihasilkan tidak hancur bila direndam dalam air. Setelah itu baru dilakukan pelapisan dengan proses pencetakan di atas ubin. Sementara ubin porselin dimulai dari penggilingan bahan-bahan mentah yang berupa campuran feldspar, pasir kuarsa, dan tanah liat. Campuran yang mirip bubur ini kemudian dikeringkan sehingga menjadi butiran sangat halus yang lalu dipress ke bentuk ubin. Setelah dipress dengan beban ribuan ton, ubin-ubin “mentah” ini dikeringkan kembali. Setelah itu baru dibakar diatas Suhu 1250ºc suhu

optimal, Ubin Yang Keras Tapi Tidak Getas. Terakhir, Ada Yang Langsung Dipotong-Potong Sesuai Ukuran Dan Ada Yang Dipoles Dahulu Sebelum dipotong. Proses akhir ini menyebabkan ada dua jenis ubin porselen, yaitu yang permukaannya kasar (karena tidak dipoles) dan yang permukaannya halus/mengkilap. Proses pemolesan merupakan proses yang terbilang mahal. Karena ini pula, ubin porselen harganya lebih mahal 2 sampai 8 kali dibandingkan dengan ubin keramik berglazur. Untuk mengurangi biaya produksi, ada ubin porselen yang sengaja tidak dipoles tetapi dilapisi dengan glazur agar permukaannya tetap licin. Produk yang dihasilkan dari teknik gabungan ini khusus dibuat agar sebagian konsumen masih tetap bisa menggunakan lantai porselen namun dengan harga yang lebih terjangkau.

Keramik memiliki pilihan motif, warna dan ukuran yang beragam. Ukurannya yang beragam membuat jenis lantai ini banyak digemari karena bisa dipadukannya berbagai ukuran keramik untuk menciptakan pola lantai yang indah. Sementara motif keramik saat ini paling beragam dari motif minimalis hingga kesan natural seperti motif kayu dan batu alam menciptakan pilihan yang lebih banyak bagi konsumen.

- **Kualitas Keramik**

  Kualitas keramik umumnya dibagi menjadi KW1, KW2 dan KW3. KW1 berarti keramik dengan kualitas paling top, tidak memiliki cacat dan penyimpangan ukuran yang berarti. Keramik KW2 boleh memiliki cacat kecil seperti goresan, cacat permukaan, penyimpangan warna dan ukuran serta cacat lainnya yang masih tersamar. Sementara keramik KW3 membolehkan adanya cacat yang cukup jelas terlihat di permukaannya serta rentang penyimpangan ukuran dan warna cukup besar.

- **Keunggulan & Kelemahan Keramik**

  Keunggulan keramik sebagai bahan penutup lantai:

  (1). Lebih kuat dan tahan lama.

  (2). Daya serap airnya rendah.

  (3). Perawatannya relatif paling mudah.

  (4). Tersedia dalam ukuran, motif dan warna yang beragam.

  (5). Lebih sehat dibandingkan karpet lantai karena debu enggan menempel.

  (6). Mudah didapatkan.

  (7). Keramik menawarkan estetika yang langgeng waktu dan dapat menyesuaikan diri dengan aksen tradisional ataupun modern.

- Kekurangan keramik:

  (1). Bahan keramik mengantarkan dingin sehingga terkadang kurang nyaman di kaki.

  (2). Sambungan antar keramik (nat) terkadang sulit dibersihkan karena debu atau kotoran yang menumpuk.

  (3). Mudah pecah sehingga perlu lebih berhati-hati ketika proses pemasangannya.

b. Bentonite.

Bentonite adalah absorbent aluminium phyllosilicate dengan kandungan pengotornya adalah lempung dengan jenis montmorillonite. Senyawa ini oleh Wilbur C. Knight in 1898 diberi nama Cretaceous Benton. Senyawa ini diberi nama dengan elemen yang paling dominan seperti potasium, sodium, kalsium, atau alumunium. Bntonite adalah produk dari abu vulkanik, ada 2 klasifikasi dalam dunia industri untuk bentonite yaitu bentonite calsium dan bentonite natrium.

1) **Sodium bentonite.**

Sodium bentonite mengalami proses mengembang ketika basah, namun setelah itu bisa dikeringkan dengan mengeluarkan airnya. Itu sebabnya bentonite bersifat koloid yang sering digunakan untk mendinginkan pengeboran minyak bumi atau pengeboran gas pada pada sumur pengeboran dan aman buat lingkungan . Karena sifatnya yang bisa mengembang ini maka sodium bentonite digunakan sebagai sealan, sifat natrium bentonite ini mempunyai permiabel yang rendah makanbanyak digunakan sebagai lapisan kedap dalam pembuangan limbah. Penggunaan sodium bentonite secara luas digunakans sebagai bahan adisi untuk polimer.

2) **Calcium bentonite.**

Calsium bentonite sama dengan natrium bentonite, biasanya calsium bentonite unsur calsium diganti dengan sodium dengan proses ion exchange, proses ini hanya menambahkan 5 - 10 % sodium chloride. Namun calsium bentonite tanpa merubah menjadi sodium bentonite banyak digunakan sebagai adsorben terutama untuk menyerap lemak dan oli. Calsium bentonite banyak digunakan dalam agent kimia untuk industrial cleaning.

3) **Potassium bentonite.**

Postasium bentonite Disebut juga sebagai potas bentonite or K-bentonite, potassium bentonite yang terbentuk alami dari abu vulkanis.

Gambar 42. Kalium Bentonite .

Gambar 43. Teknik mencampur kalium bentonite.

- **Bahan Pendingin Pada Proses Drilling Miyak Bumi.**

  Bentonite adalah fluida yang biasanya digunakan dalam proses pengeboran minyak bumi sebagi pelumas maupun sebagai pendingin. Mencegah blowout dari tekanan bawah. Dalam geotechnical engineering kalium bentonite adalah fluida yang mempunyai spesifikasi khusus. Jumlah relative sedikit dan sangat kental jika terkena air, dengan sebutan othixotropic atau disebut sebagai rheopectic karena dengan 60 gram kalium bentonite dicamppur dalam air 1 liter untuk mendapatkan yang cukup, sehingga membentuk gel yang kompak.

- **Binder** (kerangka)

  Bentonite has been widely used as a foundry-sand bond in iron and steel foundries. Sodium bentonite is most commonly used for large castings that use dry molds, while calcium bentonite is more commonly used for smaller castings that use "green" or wet molds.

  Bentonite biasnya digunakan sebagai kerangka (cetakan) dalan industri besi dan logam, sodium bentonite digunakan dalam bentuk cetakan yang besar sedangakan untuk kalsium bentonite digunakan untuk cetakan yang kecil atau disebut cetakan hijau atau cetakan basah.

  Bentonite juga digunakan dalam jumlah kecil digunakan untuk keramik glazes. Campuran lempung dan bentonite disebut sebagai pirotknik untk membuat end plug pada roket engine nozel.

- **Proses Pemurnian**

  Bentonite digunakan sebagai pemurni pada industri penghilangan warna dari bermacam macam mineral yang terikut pada industri beer, vinegarm cider dan lainnya.

  Pada industri pembuatan wine bentonite digunakan untu menghilangkan flokulan dari protein dalam anggur putih. Protein mengalami denaturalisasi karena pengaruh suhu ketika proses fermentasi berlangsung, kalium bentonite digunakan untuk proses penjernihan pada industri pembuatan anggur merah dan anggur putih.

- **Absorbent**

  Sebagai absorben kalium bentonite digunakan untuk menyerap kotoran maupun urine dari hewan peliharaan, juga untuk meyerap oli dan grease (gemuk) pada peralatan rumah tangga dan industri rumah tangga.

- **Penyangga Air Tanah**

  Karena Sifat dari bentonite terutama kalium bentonite bila kena air mengalami proses swealing, sifat ini sama yan dimiliki oleh sealent sehingga kalium bentonite dapat sebagai penyangga air tanah agar tidak hilang. Kalium bentonite atau bentonite yang lain memiliki sifat ini yaitu memliki permeabilitas yang rendah.

  Marga bentonite (kalium bentonite, sodium bentonite) digunakan untuk penyangga pada tempat pembuangan sampah akhir agar leachite yang terbentuk tidak merusak air tanah, karena leachete adalah air dari sampah organik maupun an-organik yang basah sehingga merupakan air endapan yang dikhawatirkan mengandung

mikroba seperti e-coli, dan lain lainya juga merupakan air dengan kandungan metal yang berbahaya.

- **Kesehatan Dan Pengobatan.**

  Bentonite digambarkan mampu untuk memampatkan orang yang sakit perut dengan kemampuan untuk menyerap racun/bahan yang menyebabkan sakit pada lambung. Juga digunakan dalam pengobatan kulit yang mengalami iritasi, karena kemampuan membentuk lapisan pelindung sehingga kulit iritasi tidak berlanjut kebagian lain.

  Kemampuan penyerap yang bagus ini maka bentonite digunakan sebagai penggenati silica gel dan penyerap racun bagi orang yang yang kena gigitan serangga atau atau keracunan oleh sebab yang lain,

- **Penggunaan Bentonite Pada Bidang Pertanian.**

  Penggunaan bentonite pada bidang pertanian termasuk baru, namun telah dibuktikan di beberapa negara termasuk thailand, pada kondisi ini bentonite digunakan untuk mencegah degradasi lahan karena kehilangan air permukaan, teknik tang digunakan adalah menggali lahan dengan kedalaman tertentu kemudian menggunakan bentonite sebagai lapisan dasar, tujuannya adalah agar air tanah yang berasal dari run off atau dari penyiraman tidak masuk jauh kebawah tanah namun tertahan oleh lapisan bentonite ini.

  Penyiraman atau air hujan yang turun tidak mengakibatkan tanaman yang dibudidayakan kehilangan air. Setiap penyiraman yang mengandung pupuk bisa terserap oleh tanaman sehingga

diperoleh hasil yang lebih banyak dan buah yang dihasilkan jauh lebih besar.

Metode penggunaan bentonite ini juga mempertimbangkan sumber bentonite yang akan digunakan sebagai pelapis lahan pertanian tersebut.

- **Bentonite sebagai bahan bangunan.**

  Dinding bangunan yang menggunakan bentonite ini mempunyai sifat kedap air, penggunaan bentonite sebagai bahan bangunan karena sifatnya bentonite yang low permeability, banyak bangunan mengalami kerusakan karena pengaruh air tanah, air tanah karena sifat dinding bangunan yang mudah dilalui air tanah (sifat kapilaritas dari bahan bangunan) maka lama kelamaan akan mengalami kerusakan, terutama untuk bangunan bertingkat yang kedalaman pondasinya mencapai puluhan meter. Dengan dinding menggunakan campuran bentonite ini maka dapat dipastikan dinding jadi kedap air sehingga kerusakan dinding karena air tanah tidak pernah terjadi.

c. Vertisol.

Vertisol atau vartosol adalah jenis lempung yang mahal karena lempung hitam ini sangat baik dalam mengalami proses swealing yang dapat berkerut bolak balik dan mempunyai sifat shringking yaitu membentuk relief membungkus dalam senyawanya.

Gambar 44. Tanah Vertisol. (sumber http://en.wikipedia.org/wiki/)

Kandungan yang dominan adalah montmorillonite dengan bentuk batuan basalt. Pada saat hujan maupun kemarau lapisan dengan kandungan vertisol ini akan mengkerut dan mengembang sesuai dengan kandungan airnya. Di beberapa negara dinamakan sebagai tanah hitam, atau black gumbo sebutan untuk daerah timur texas dan blact catton untuk sebutan dari daerah timur afrika.

Vertisol ditemukan didaerah 50^{o} Lintang Selatan dan 50^{o} Lintang Utara yang diukur dari katulistiwa. Beberapa daerah yang memiliki tanah hitam ini adalah timur australia seperti daerah quesland, new south wales, sedangkan untuk daerah india adalah danau deccan, bagian selatan sudan, etopia, kenya, dan chad.

Daerah sungai parara di selatan amerika, beberapa daerah yang lain meliputi selatan texas, adjacent mexico, india tengah, nigeria selatan timur, celedonia baru, dan bagian timur china. Ciri Vegetasi yang ada dengan tanah hitam ini

adalah semak semak (rumput), savana, tanaman semak penghasil kayu bakar, sedangkan hutan dan lainnya tidak bisa tumbuh ditanah ini.

Sifat dari tanah hitam yang mengalami proses shringking dan swealing ini tidak bisa didirikan bangunan, jalan dan bangunan dapat mengalami kerusakan yang fatal apabila dibawahnya ada tanah hitam ini. Dengan perubahan kandungan air maka sifat morfologi tanah dapat berubah seketika sehingga menghasilkan perubahan yang mengakibatkan kerusakan yang fatal bagi bangunan dan jalan.

Pertanian yang dapat tumbuh ditanah hitam ini adalah tanaman kapas, sorghum dan padi, karena sifat akar tanaman ini tidak dalam (berakar serabut pendek dan semusim) maka tanaman tanaman tersebut dapat tumbuh dengan baik.

Jenis jenis tanah vertisol :

- **Aquerts :** adalah jenis tanah vertisol dengan sifat redximorphix yang berubah ubah sesuai dengan kandungan air didalam tanah hitam ini. Jika hujan berlebihan dan evapotranspirasinya lambat maka akan membentuk danau kecil, karena kandungan besi dan mangan banyak pada tanah ini maka air dari danau kecil tersebut menjadi hitam yang diakibatkan mangan mengubah warna dari air tersebut.
- **Cryerts** (tidak masuk dalam klasifikasi FAO): jenis vertisol ini mempunyai keunikan bila dibakar akan menimbulkan suara keras, ciri daerah yang mengadung vertisol jenis ini adalah semak semak lebat.
- **Xererts**: sifat tanah vertisol jenis ini sangat untik yang dapat bergerak karena perubahan musim, pada saat musim panas, tanah mengalami proses perekahan pada saat musim panas dan balik ke semula pada saat musim dingin.

d. Bahan Dasar Dan Beberapa Kombinasi Pada Produk Keramik.

Bahan dasar keramik sangat bervariasi karena bahan ikuta yang terbawa lewat tanah, bahan yang lain tetapi pada dasarnya bahan pembuatan keramik alah sebagai berikut:

	Kaolinite	Feldspar	Sand /flint
Formula	Al_2O_3,$2Si0_22H_20$	$K_2OAl_2O_3.6Si0_2$	SiO_2
Sifat plastic	Plastic	Non Plastik	Non Plastik
Fusibility	Reraktori	BInder fusible	Refraktori
Melting point	1785oC	1150 oC	1710 oC
Shringking on burnig.	Banyak sringking	Fuses	Tidak ada shringking

Keterangan : infusabel : pembakaran pada suhu 1400 oC

Eksplorasi & mengumpulkan informasi !!

Lakukanlah pembgian kelompok dalam satu kelas, kemudian Lakukanlah obervasi dan pengambilan contoh untuk tanah disekitar lingkungan sekolah! Lakukanlah observasi dengan terhadap tanah tersebut dengan menumpulkan informasi mengenai jenis tanah yang dikumpulkan

Mengasosiasi

Jelaskan hubungan antara bahan tambang tersebut dengan sifat kimianya seperti pH dan lainnya !!

Mengkomunikasi

Sampaikan kepada kelompok – kelompok yang lain mengenai hasil pengamatan dan identifikasi tersebut, samakah pendapat anda dengan pendapat kelompok kelompok yang lain?

b. Industry Karbon Dan Grafit.

1) Pembuatan Karbon.

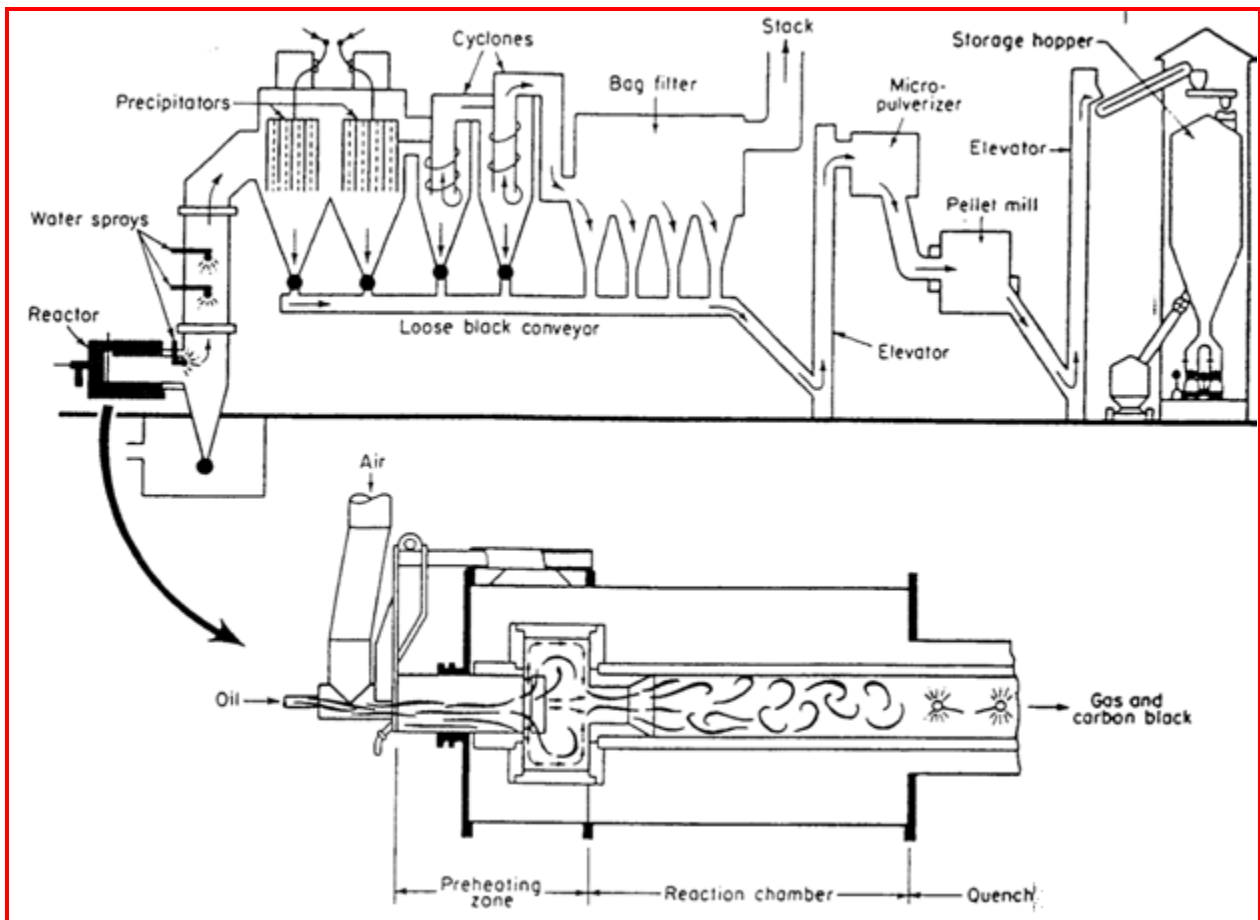
Karbon dalam industry kimia mempunyai peranan yang penting, disamping sebagai bahan absorben untuk penjernian air, cuci darah dan lainya. Penggunaan karbon sebagai bahan pengisi untuk industry elektronik dan computer, industry tekstil demikian banyak pemakian dalam berbagai bidang kerja termasuk dalam industry electroplating. Sumber bahan baku dalam pembuatan karbon adalah sebagai berikut :

Tabel 8. Perbandingan Penggunaan Bahan Baku Pada Industry Karbon.

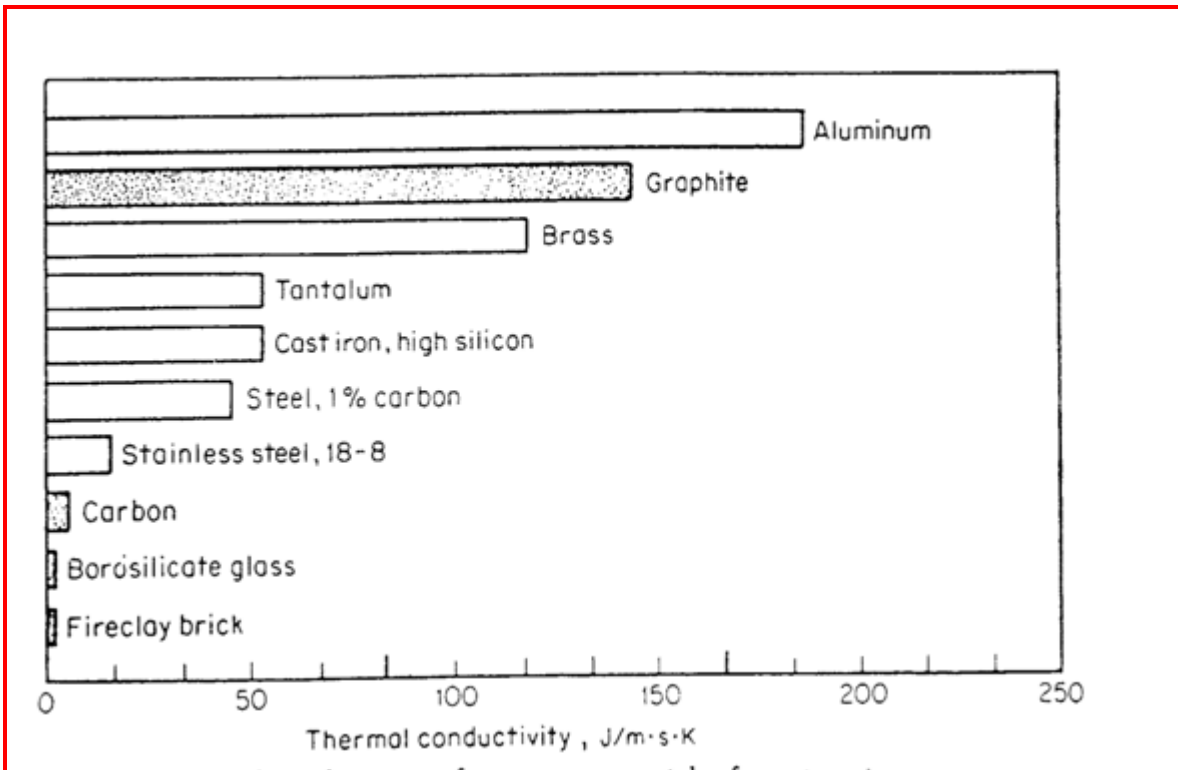
No.	Keterangan	Chanel	Dapur gas	Dapur oli	thermal
1.	Bahan Baku	Gas alam	Gas alam	Hidrokarbon aromatic (minyak bumi)	Gas alam
2.	Hasil dr % (C/m3)	8 -32 (1,6 -6,0)	144 -192 (27 – 36)	300 -600 (23 – 70)	144 -192 (27 – 36)
3.	Keb energy	(1,2 -2,3) 10^9	(2,3 - 3,0)10^9	9,3 – 16 107	2,0 -2,8 102
4.	Produk 1979 (US)	0	Tidak tersedia data	7	2
5.	Produk (1980)	0	Tidak tersedia data	1,8 109	0,45 106

Sumber : shreve, chemical process industrial, chapter 5,. 1977.

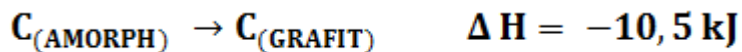
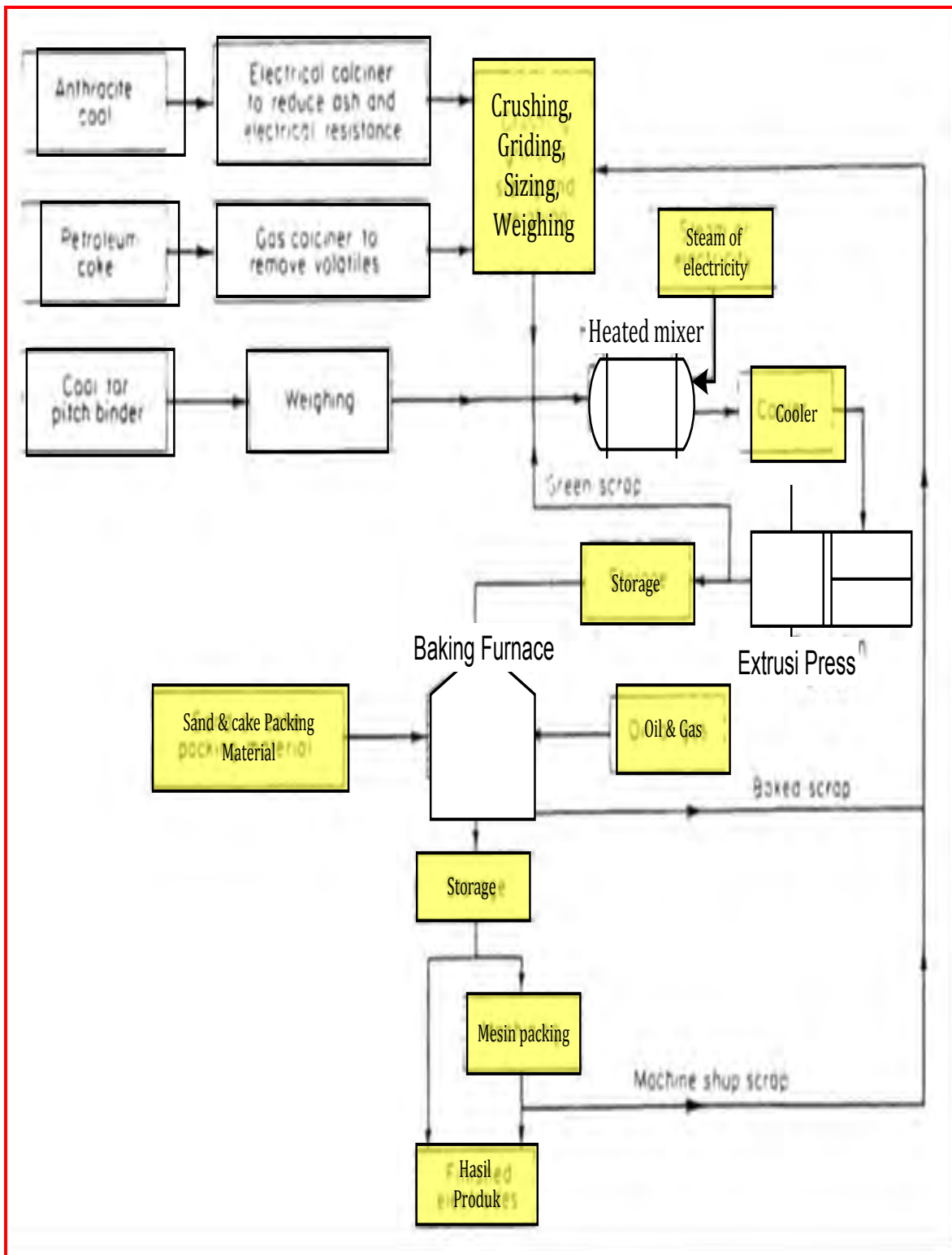
Kebutuhan karbon dengan peruntukan hampir segala bidang ini di Negara kita, berdiri pabrik pembuat karbon, diantaranya adalah karbon black yang berada di cilegon, pabrik ini dibawah bendera PT. Dow Chemical .

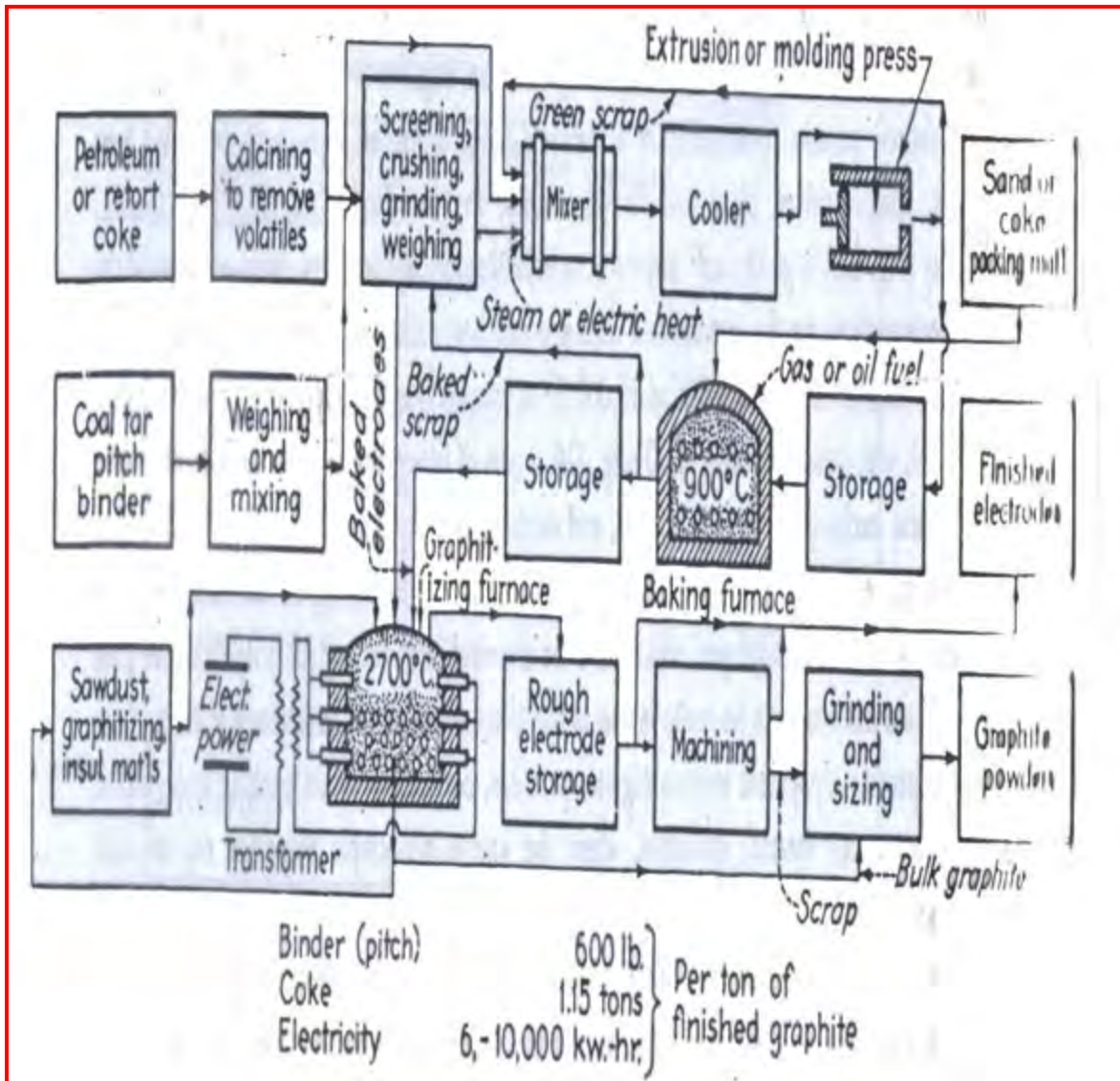
Plug flow diagram dalam pembuatan bahan kimia karbon adalah sebagai berikut :

Gambar 45. PFD dapur pabrik karbon hitam

2) Pembatan Grafit.

Grafit pertama digunakan oleh manusia untuk decorative pada jaman pre historic, pada abad pertengahan grafit digunakan untuk menulis dan menggambar. Seorang mineralogis bernama Winner pada tahun 1879 membagi grafit menjadi bentuk Kristal dan amorph. Kemudian 1896 seorang ahli kimia membuat sintesa karbon dari karbon berbentuk amorph dengan proses elektrkal dengan katalis alumina/silica dan suhu reactor berkisar 3000 ^{o}C berhasil mengembangkan karbon amorp menjadi grafit. Pegunaan grafit secara ekonomi digunakan sebagai berikut :

Gambar 46. kebutuhan karon dan konduktivitas thermal pada bahan kontruksi.

Bahan baku bisanya dipakai dalam pembuatan grafi dan karbon adalah berasal dari krude minyak bumi, dengan proses elektrik karbon yang kristalnya berbentuk amorph menjadi grafit. Reaksi yang terjadi sebagai berikut :

$$C_{(AMORPH)} \rightarrow C_{(GRAFIT)} \qquad \Delta H = -10,5 \text{ kJ}$$

Bahan baku dalam pembuatan grafit dengan proses dapur electrode ini berasal dari beberapa bahan diantaranya adalah: cake pada cracking minyak bumi, bahan karbon dari hasil kalsinasi (1250 oC). Namun Sebelum bahan baku digunakan sebagai bahan baku untuk produk grafit, bahan tersebut diubah menjadi karbon amorph sepeti dalam skema flow berikut ini :

Gambar 47. Proses Pembuatan Karbon Amorp.

Proses pembuatan grafit dengan berbagai bahan baku yang berbeda bertujuan untuk menghindari berpaku pada satu jenis. Karena akir dari produk adalah karbon grafit sebagai produk, adapun skema diagram untuk produk dengan berbagai kondisi bahan baku tersebut adalahuntuk Adap sebagai berikut :

Gambar 48. skematik diagram produksi grafit dari beberapa bahan baku.

Eksplorasi & Mengumpulkan Informasi !!

Lakukanlah pembgian kelompok dalam satu kelas, kemudian Lakukanlah obervasi dan pengambilan contoh untuk bentuk bentuk karbon yang ada di masyaratkat !!! Lakukanlah observasi dengan terhadap sampel tersebut dengan menumpulkan informasi mengenai jenis karbon black sampai bentuk grafitnya !!

Mengasosiasi

Jelaskan hubungan antara kristkarbon amorph tersebut dengan sifat kimianya seperti pH dan lainnya !!

Mengkomunikasi

Sampaikan kepada kelompok – kelompok yang lain mengenai hasil pengamatan dan identifikasi tersebut, samakah pendapat anda dengan pendapat kelompok kelompok yang lain?

3. **Tugas.**

Lakukalah pengamatan kalau diperlukan sampai dengan percobaan bersama kelompok anda ! carilah informasi sebanyak mungkin untuk berbagai proses pengolahan pada karbon blak, grafit dan lainnya Diagram lengkap dengan neraca massa dan neraca energy ! Lakukanlah diskusi dengan kelompok lain tentang proses perpindahan bahan dan produk pada phase cair, padat dan gas.

4. **Refleksi**

Isilah pernyataan berikut ini sebagai refleksi pembelajaran!

A Dari hasil kegiatan pembelajaran apa saja yang telah anda peroleh dari aspek pengetahuan, keterampilan dan sikap?

____

____

B Apakah anda merasakan manfaat dari pembelajaran tersebut, jika ya apa manfaat yang anda peroleh? jika tidak mengapa?

____

____

C Apa yang anda rencanakan untuk mengimplementasikan pengetahuan, keterampilan dan sikap dari apa yang telah anda pelajari?

____

____

D Apa yang anda harapkan untuk pembelajaran berikutnya?

____

____

5. Test Formatif

a. Sebutkan dan jelaskan secara lengkap apa clay dan kegunaan secara tradisional dan secara modern ?
b. Sebutkan, jelaskan dan kegunaan dengan lengkap apa bentonite ?
c. Sebutkan, jelaskan dan kegunaan dengan lengkap apa vertisol?
d. Jelaskan cara pembuatan keramik dan bahan baku apa saja yang bisa digunakan sebagai bahan dasar pembuatan keramik ?
e. Apa yang disebut sebagai karbon amorph dan grafit, jelaskan cara pembuatan grafit ?
f. Jelaskan cara pembuatan karbon blak dan kegunaan sebagai bahan apa saja ?

C. Penilaian.

1. Penilaian Sikap.

INSTRUMEN PENILAIAN PENGAMATAN SIKAP
DALAM PROSES PEMBELAJARAN

Petunjuk :

Berilah tanda cek (√) pada kolom skor sesuai sikap yang ditampilkan oleh peserta didik, dengan kriteria sebagai berikut :

Nama Peserta Didik : ....

Kelas : ....

Topik : ....

Sub Topik :..........................

Tanggal Pengamatan : ....

Pertemuann ke : ....

No	Aspek Pengamatan	Skor				Keterangan
		1	2	3	4	
1	Sebelum memulai pelajaran, berdoa sesuai agama yang dianut siswa					
2	Interaksi siswa dalam konteks pembelajaran di kelas					
3	Kesungguhan siswa dalam melaksanakan praktek					
4	Ketelitian siswa selama mengerjakan praktek					
5	Kejujuran selama melaksanakan praktek					
6	Disiplin selama melaksanakan praktek					
8	Tanggung jawab siswa mengerjakan praktek					
9	Kerjasama antar siswa dalam belajar					
10	Menghargai pendapat teman dalam kelompok					
11	Menghargai pendapat teman kelompok lain					
12	Memiliki sikap santun selama pembelajaran					
	Jumlah					
	Total					
	Nilai Akhir					

Kualifikasi Nilai pada penilaian sikap

Skor	Kualifikasi
1,00 – 1,99	Kurang
2,00 – 2,99	Cukup
3,00 – 3,99	Baik
4,00	Sangat baik

$$\mathbf{NA} = \frac{\sum \mathbf{skor}}{\mathbf{12}}$$

RUBIK PENILAIAN PENGAMATAN SIKAP
DALAM PROSES PEMBELAJARAN

ASPEK	KRITERIA	SKOR
A. Berdoa sesuai agama yang dianut siswa	Selalu tampak	4
	Sering tampak	3
	Mulai tampak	2
	Belum tampak	1
B. Interaksi siswa dalam konteks pembelajaran	Selalu tampak	4
	Sering tampak	3
	Mulai tampak	2
	Belum tampak	1
C. Ketelitian siswa selama mengerjakan praktek	Selalu tampak	4
	Sering tampak	3
	Mulai tampak	2
	Belum tampak	1
D. Kejujuran selama melaksanakan praktek	Selalu tampak	4
	Sering tampak	3
	Mulai tampak	2
	Belum tampak	1
E. Disiplin selama melaksanakan praktek	Selalu tampak	4
	Sering tampak	3
	Mulai tampak	2
	Belum tampak	1

F. Memiliki sikap santun selama pembelajaran	Selalu tampak	4
	Sering tampak	3
	Mulai tampak	2
	Belum tampak	1
G. Tanggung jawab siswa mengerjakan praktek	Selalu tampak	4
	Sering tampak	3
	Mulai tampak	2
	Belum tampak	1
H. Kesungguhan dalam mengerjakan tugas	Selalu tampak	4
	Sering tampak	3
	Mulai tampak	2
	Belum tampak	1
I. Kerjasama antar siswa dalam belajar	Selalu tampak	4
	Sering tampak	3
	Mulai tampak	2
	Belum tampak	1
J. Menghargai pendapat teman dalam kelompok	Selalu tampak	4
	Sering tampak	3
	Mulai tampak	2
	Belum tampak	1
K. Menghargai pendapat teman dalam kelompok	Selalu tampak	4
	Sering tampak	3
	Mulai tampak	2
	Belum tampak	1

DAFTAR NILAI SISWA ASPEK SIKAP DALAM PEMBELAJARAN

TEKNIK NON TES BENTUK PENGAMATAN

Nama Peserta Didik : ....

Kelas : ....

Topik : ....

Sub Topik :..........................

Tanggal Pengamatan : ....

Pertemuan ke : ....

No	Nama Siswa	Skor Aktivitas Siswa											Jml	NA
		Aspek Sikap												
		Berdoa sebelum	Interaksi	Ketelitian	Kejujuran	Disiplin	Santun	Tanggungjawab	Kesungguhan	Kerjasama	Menghargai dlm klpk	Menghargai klpk lain		
1														
2														
3														
4														
5														

DAFTAR NILAI SISWA ASPEK SIKAP DALAM PEMBELAJARAN

PENILAIAN DIRI

Nama Peserta Didik : ....

Kelas : ....

Topik : ....

Sub Topik :..........................

Tanggal Pengamatan : ....

Pertemuan ke : ....

Tabel Cek list penilaian diri !

NO	PERNYATAAN	YA	TIDAK
1	Saya mampu mengidentifikasi kestimbangan reaksi dalam proses kimia industri.		
2	Saya mampu mengidentifikasi stokiometri dan konversi dalam proses idustri kimia sederhana.		
3	Saya bisa mengidentifikasi penambahan katalis dan reaksi bergeser kekiri/kekanan dalam proses industri kimia sederhana.		
4	Saya bisa mengidentifikasi reaksi eksotermis dan endothermis dalam proses industry kimia sederhana		
5	Saya bisa mengidentifikasi order reaksi pada proses industry kimia		

2. Penilaian Pengetahuan

1. Jelaskan apa yang disebut sebagai bahan tambang clay.
2. Jelaskan apa yang disebut bentonite dan proses pengolaahannya.
3. Jelaskan bagimanan mengidentifikasi vertisol dan kegunaannya.
4. Bagaiaman mengidentifikasi pembuatan keramik dan bahan baku apa saja yang bisa digunakan sebagai bahan dasar keramik.
5. Jelaskan apa yang disebut karbon amorph dan grafit !
6. Saya bisa mengidentifikasi pembuatan karbon blak dan kegunaannya.

3. Penilaian Keterampilan

INSTRUMEN PENILAIAN PENGAMATAN ASPEK KETERAMPILAN
DALAM PROSES PEMBELAJARAN

Nama Peserta Didik : ....
Kelas : ....
Topik : ....
Sub Topik :..........................
Tanggal Pengamatan : ....
Pertemuan ke : ....

Petunjuk :
Berilah tanda cek (√) pada kolom skor sesuai sikap yang ditampilkan oleh peserta didik, dengan kriteria sebagai berikut :

No	Aspek Yang Dinilai	Skor				Ket
		1	2	3	4	
1.	Membaca buku bacaan / sumber belajar lainnya sebelum pelajaran					
2.	Memahami konsep 5M dalam pembelajaran					
3.	Mengaplikasikan kegiatan 5M yang dicantumkan					
4.	Identifikasi proses kestimbangan reaksi dan system stokiometrinya.					
5.	Identifikasi penggunaan penambahan katalis dan pengendalian reaksi					
6.	Identifikasi suatu proses agar bergeser kekiri atau kekanan					
7.	Identifikasi sederhana tentang order reaksi					
8.	Identifikasi system reaksi berjalan eksotermis atau endotermis terhadap pemungutan haisil					

9.	Menulis laporan praktek sesuai out line yang dianjurkan					
10.	Menulis laporan dengan memaparkan dan membahas data hasil praktek					

Keterangan skor :

1 : tidak terampil, belum dapat melakukan sama sekali

2 : sedikit terampil, belum dapat melakukan tugas dengan baik

3 : cukup terampil, sudah mulai dapat melakukan tugas dengan baik

4 : terampil, sudah dapat melakukan tugas dengan baik

III. PENUTUP

Buku teks siswa dengan judul Proses Industri Kimia jilid 1 ini merupakan salah satu literature yang dapat digunakan oleh peserta didik dalam mendapatkan informasi dan membantu kegiatan pembelajaran melalui bebeapa kegiatan yang ada didalamnya. peserta didik yang mempelajari buku ini selain mendapatkan informasi melalui membaca, peserta didik juga akan lebih memahami materi yang disampaikan karena sesuai dengan metode scientific learning, jadi peserta didik diharapkan dapat mencari informasi lebih dari sumber lain. Saran dan kritik sangat diharapkan demi tercapainya tujuan pemelajaran yangoptimal dan kesempurnaan penyusunan modul yang akan datang.

DAFTAR PUSTAKA

Ahmad S (1985) *Heat* ***Exchanger Networks: Cost Trade-Offs in Energy and Capital,*** PhD Thesis, UMIST, UK. 2.

Ahmad Effendi., 2009., Teknologi Gula., Bee Marketer Institute., Jakarta Indonesia.

Ahmad S, Linnhoff B and Smith R (1990) Cost Optimum Heat Exchanger Networks: II. Targets and Design for Detailed Capital Cost Models, *Comp Chem Eng*, **14**: 751.

Albert Ibarz, Ph. D., Gustavo V. Barbossa-Canovas, Ph. D.2003., ***Unit Operations in Food Engineering***., CRC PRESS., Boca Raton.

Asante NDK and Zhu XX (1997) An Automated and Interactive Approach for Heat Exchanger Network Retrofit, *Trans IChemE*, **75**: 349.

Comprising Mixed Materials of Construction, Pressure Ratings and Equipment Types, *Comput Chem Eng*, **14**: 319.

Dolan WB, Cummings PT and Le Van MD (1990) Algorithm Efficiency of Simulated Annealing for Heat Exchanger Network Design, *Comp Chem Eng*, **14**: 1039.

E. Stocci., 1991., ***Industrial Chemistry***., Ellish Horwood Limited., Chichester, West Sussex.England.

Floudas CA, Ciric AR and Grossmann IE (1986) Automatic Synthesis of Optimum Heat Exchanger Network Configurations, *AIChE J*, **32**: 276.

Grace Baysinger., Lev I. Berger., Robert N Goldberg, Henry V Kehiaian. 2005., **CRC Handbook of Chemistry.,** <http://www.hbcpnetbase.com>, CRC Press, Boca Raton.

Gunderson T and Naess L (1988) The Synthesis of Cost Optimal Heat Exchanger Networks: An Industrial Review of the State of the Art, *Comp Chem Eng*, **12**: 503.

Grossmann IE (1990) Mixed-Integer Non-Linear Programming Techniques for the Synthesis of Engineering Systems, *Res Eng Des*, **1**: 205.

Grossmann IE and Sargent RWH (1978) Optimum Design of Heat Exchanger Networks, *Comp Chem Eng*, **2**: 1.

J.D. Seader, Ernest J. Henley., 2006., ***Separation Process Principle***., http://www.wilev.com~~olpermissi., John Willey& Sons., Inc. b

.Nicolas P.Chopey.,2006., ***Hand Book Chemical Engineering Calculation,*** 3RD Edition., John Willey& Sons., Inc

Linnhoff B and Hindmarsh E (1983) The Pinch Design Method of Heat Exchanger Networks, *Chem Eng Sci*, **38**: 745.

Linnhoff B, Townsend DWand Boland D, Hewitt GF, Thomas BEA, Guy AR and Marsland RH (1982) *A User Guide on Process Integration for the Efficient Use of Energy*, IChemE, Rugby, UK.

Linnhoff B and Ahmad S (1990) Cost Optimum Heat Exchanger Networks: I. Minimum Energy and Capital Using Simple Models for Capital Cost, *Comp Chem Eng*, **14**: 729.

Norris Shreve., Yoseph A. Brink Jr., 1977., ***Chemical Process Industries***., Mc Graw Hill kogakhusha., Tokyo.

Olaf A. Hougen., Kenneth M. Watson., roland ragatz.1976., ***Chemical Process Principle***., John Wiley. New york.

Robert H. Perry., 1984. ***Perry's Chemical Engineering Hand Book***., Mc Graw Hill., Singapore.

Saboo AK, Morari M and Colberg RD (1986) RESHEX: An Interactive Software Package for the Synthesis and Analysis of Resilient Heat Exchanger Networks: II. Discussion of area

Tjoe TN and Linnhoff B (1986) Using Pinch Technology for Process Retrofit, *Chem Eng*, **April**: 47.

Warren L. Mc Cabe., julian C smith., Peter Heriot., alih bahasa Ir E. Jasyifi. MSc.1985., Operasi Teknik Kimia., Erlangga Surabaya.

Yee TF, Grossmann IE and Kravanja Z .,1990., ***Simultaneous Optimization Models for Heat Integration – I. Area and Energy Targeting of Modeling of Multi-stream Exchangers***,*Comp Chem Eng*, **14**: 1151.

Zhu XX, O'Neill BK, Roach JR and Wood RM., 1995., ***New Method for Heat Exchanger Network Synthesis Using Area Targeting Procedures***, *Comp Chem Eng*, **19**: 197.

Zhu XX and Asante NDK (1999) Diagnosis and Optimization Approach for Heat Exchanger Network Retrofit, *AIChE J*, **45**: